
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO

**DOR FEMOROPATELAR TRAUMÁTICA E ATRAUMÁTICA: COMPARAÇÃO DE
CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS E BIOMECÂNICAS**

Candidato: Helder dos Santos Lopes

Orientador: Prof. Dr. Fábio Mícolis de Azevedo

Coorientador: Prof. Dr. Ronaldo Valdir Briani

Presidente Prudente

Julho - 2023

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO

DOR FEMOROPATELAR TRAUMÁTICA E ATRAUMÁTICA: COMPARAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS E BIOMECÂNICAS

Candidato: Helder dos Santos Lopes

Orientador: Prof. Dr. Fábio Mícolis de Azevedo

Coorientador: Prof. Dr. Ronaldo Valdir Briani

Dissertação de Mestrado elaborada junto ao Programa de Pós-graduação em Ciências do Movimento Interunidades da Universidade Estadual Paulista – UNESP – Área de Concentração: Biodinâmica do Movimento, para obtenção do Título de Mestre em Ciências do Movimento.

Presidente Prudente

Julho - 2023

L864d

Lopes, Helder dos Santos

Dor femoropatelar traumática e atraumática: Comparação de características clínicas e biomecânicas / Helder dos Santos Lopes. -- Presidente Prudente, 2023

86 p. : il., tabs., fotos

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

Orientador: Fábio Mícolis de Azevedo

Coorientador: Ronaldo Valdir Briani

1. Fisioterapia. 2. Biomecânica. 3. Joelhos. 4. Dor musculoesquelética. 5. Força. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

Impacto potencial desta pesquisa

Espera-se que os resultados desta dissertação contribuam para melhor compreensão sobre a dor femoropatelar (DFP), especialmente em pessoas cujos sintomas de DFP estejam associados a um histórico de lesões e/ou cirurgias no joelho. Tal entendimento tem potencial para indicar a necessidade de estudos clínicos que investiguem programas de tratamento direcionados às alterações identificadas nesse subgrupo. Isso poderia acarretar na diminuição do impacto social da DFP, bem como na melhora da qualidade de vida dos indivíduos acometidos.

Potential impact of this research

It is expected that the results of this dissertation will contribute to a better understanding of patellofemoral pain (PFP), especially in people whose PFP symptoms are associated with a history of knee injuries and/or surgeries. Such an understanding has the potential to indicate the need for clinical studies that investigate treatment programs aimed at the alterations identified in this subgroup. This could lead to a decrease in the social impact of PFP, as well as an improvement in the quality of life of affected individuals.

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE HÉLDER DOS SANTOS LOPES, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO, DA FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA - CÂMPUS DE PRESIDENTE PRUDENTE.

Aos 07 dias do mês de julho do ano de 2023, às 14:00 horas, por meio de Videoconferência, realizou-se a defesa de DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de HÉLDER DOS SANTOS LOPES, intitulada **Caracterização da Dor femoropatelar pós-traumática: Comparação com indivíduos assintomáticos e indivíduos com Dor femoropatelar de início insidioso**. A Comissão Examinadora foi constituída pelos seguintes membros: Profa. Dra. FRANCIELE MARQUES VANDERLEI (Participação Virtual) do(a) Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente - Pós-doutorado, Prof. Dr. FÁBIO VIADANNA SERRÃO (Participação Virtual) do(a) Departamento de Fisioterapia / Universidade Federal de São Carlos, Prof. Dr. GUILHERME SILVA NUNES (Participação Virtual) do(a) Universidade Federal de Santa Maria. Após a exposição pelo mestrando e arguição pelos membros da Comissão Examinadora que participaram do ato, de forma presencial e/ou virtual, o discente recebeu o conceito final: APROVADO . Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelo(a) Presidente(a) da Comissão Examinadora.

Documento assinado digitalmente
 FRANCIELE MARQUES VANDERLEI
Data: 10/07/2023 09:15:28-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. FRANCIELE MARQUES VANDERLEI

DEDICATÓRIA

Dedico essa monografia à toda a minha família, meu saudoso vô Álvaro e amigos que me apoiaram e incentivaram sempre.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me abençoado e iluminado durante toda minha trajetória, e sobretudo por ter me apontado os caminhos assim como pedi em minhas orações. O Senhor é o meu pastor; nada me faltará.

Aos meus pais, Fernando e Glauca, meus irmãos, Henrique e Hilton e toda à minha família que sempre confiaram em mim, e me apoiaram nos momentos mais difíceis. Deus foi muito generoso ao ter me dado vocês. Amo vocês demais.

À Isabelly, minha namorada, por todo o seu apoio incondicional, compreensão, e principalmente, por ter acreditado em mim, quando eu mesmo não acreditei. Sem você, eu não teria finalizado esse trabalho. Eu te amo demais, e obrigado por existir!

Ao meu orientador, Prof. Dr. Fábio Mícolis de Azevedo por confiado em meu trabalho, e principalmente por ter me dado a oportunidade de entrar no Laboratório de Biomecânica e Controle Motor (LABCOM). Serei eternamente grato ao senhor.

Ao meu coorientador, Prof. Dr. Ronaldo Valdir Briani, que acreditou em meu potencial desde o convite para a entrada no LABCOM, e que segue confiando em meu trabalho. Também serei eternamente grato ao senhor.

À Profa. Marina Cabral Waiteman, que desde à concepção desse projeto até à conclusão, jamais me deixou desamparado, e possui participação direta na conclusão desse trabalho. Espero que um dia eu possa retribuir à altura.

Aos amigos da Iniciação Científica, Mestrado e Doutorado do LABCOM, que contribuíram de forma significativa ao desenvolvimento desse trabalho. Foi um prazer imenso tê-los ao meu lado ao longo de todo o meu Mestrado. Que Deus os abençoe muito.

Aos meus amigos de Birigui, que sempre se preocuparam comigo e que torceram para que eu tivesse sucesso em mais uma etapa de minha vida. Um grande abraço em todos vocês.

Aos professores que compuseram a minha banca de qualificação e de defesa de Dissertação. É uma honra imensa receber a contribuição de professores tão notórios. Sou especialmente grato por saber que reservaram um tempo para se dedicarem ao meu trabalho.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), bem como aos excelentes professores do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento, pela qualidade da estrutura, recursos e disciplina oferecidos durante o meu Mestrado.

Às voluntárias e voluntários, que sempre muito solícitos e dispostos a contribuir com esse trabalho, me ajudaram a concluir essa etapa de minha vida. Serei eternamente grato por tornarem isso possível.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela concessão da bolsa de estudos (2021/09393-1) (09/2022 – 04/2023). As opiniões, hipóteses e conclusões ou recomendações expressas neste material são de responsabilidade do (s) autor (es) e não necessariamente refletem a visão da FAPESP. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

EPÍGRAFE

“Seja a mudança que você quer ver no mundo.”

(Mahatma Gandhi)

“Não entregues tua alma à tristeza, não atormentes a ti mesmo em teus pensamentos.”

(Eclesiastes, 30:22)

RESUMO

Introdução: A Dor Femoropatelar (DFP) é caracterizada por dor retro- ou peripatelar, exacerbada por atividades que sobrecarregam a articulação femoropatelar. A grande maioria dos estudos em DFP são realizados em indivíduos com DFP sem histórico de traumas no joelho (DFP atraumática). No entanto, evidências apontam uma alta prevalência dos sintomas da DFP após eventos traumáticos no joelho (DFP traumática), o que pode estar relacionado a piores níveis de função e qualidade de vida dos indivíduos acometidos. Contudo, devido à falta de investigações em indivíduos com DFP traumática, pouco se sabe sobre quais comprometimentos clínicos e biomecânicos podem estar presentes em indivíduos com DFP traumática. **Objetivo:** O objetivo geral desse estudo foi comparar variáveis clínicas e biomecânicas entre indivíduos com DFP traumática, DFP atraumática e indivíduos assintomáticos com e sem histórico de lesões e/ou cirurgias no joelho. **Materiais e métodos:** Trata-se de um estudo observacional transversal, dividido em dois dias de coletas. No primeiro dia, foram avaliados dados demográficos, parâmetros clínicos e variáveis biomecânicas durante uma tarefa de aterrissagem. No segundo dia, foram avaliados fatores psicológicos (i.e., cinesiofobia), e os torques máximos dos extensores e flexores de joelho e abdutores de quadril. Testes-*t* independentes foram utilizados para comparar dados relacionados à dor. O teste de Kruskal-Wallis foi utilizado para comparar os dados demográficos. Modelos lineares generalizados (GzLM) foram utilizados para comparar variáveis clínicas e biomecânicas entre grupos. **Resultados:** Não houve diferenças significativas entre os grupos DFP para os níveis de dor e duração dos sintomas. Indivíduos com DFP traumática apresentam menor função autorreportada, indicativos para maior cinesiofobia e maiores comprometimentos biomecânicos no quadril e no joelho durante a tarefa de aterrissagem quando comparados aos indivíduos de outros grupos. **Conclusão:** Em conjunto, esses achados parecem ser sugestivos de efeitos acumulativos dos traumas aos sintomas da DFP, e indicam que indivíduos com DFP traumática possam representar um subgrupo característico da DFP. Nesse sentido, recomenda-se que indivíduos com DFP traumática sejam avaliados e tratados de forma específica.

Palavras-chave: Cinemática; cinética; dor anterior no joelho; força; lesões traumáticas

ABSTRACT

Introduction: Patellofemoral pain (PFP) is characterized by retro- or peripatellar pain, exacerbated by activities that overload the patellofemoral joint. The vast majority of PFP studies are performed on individuals with PFP without a history of knee trauma (atraumatic PFP). However, evidence points to a high prevalence of PFP symptoms after traumatic events in the knee (traumatic PFP), which may be related to worse levels of function and quality of life of affected individuals. However, due to the lack of investigations in individuals with traumatic PFP, little is known about what clinical and biomechanical impairments may be present in individuals with traumatic PFP. **Objective:** The main objective of this study was to compare clinical and biomechanical variables between individuals with traumatic PFP, atraumatic PFP and asymptomatic individuals with and without a history of knee traumas. **Materials and methods:** This is a cross-sectional observational study, divided into two collection days. On the first day, demographic data, clinical parameters and biomechanical variables were evaluated during a landing task. On the second day, psychological factors (i.e., kinesiophobia), and the peak torques of the knee extensors and flexors and hip abductors were evaluated. Independent t-tests were used to compare pain-related data. The Kruskal-Wallis test was used to compare demographic data. Generalized linear models (GzLM) were used to compare clinical and biomechanical variables between groups. **Results:** There were no significant differences between PFP groups for pain levels and duration of symptoms. Individuals with traumatic PFP have lower self-reported function, indicative of greater kinesiophobia and greater biomechanical impairments in the hip and knee during the landing task when compared to individuals from other groups. **Conclusion:** Taken together, these findings seem to suggest cumulative effects of trauma on PFP symptoms, and indicate that individuals with traumatic PFP may represent a characteristic subgroup of PFP. In this sense, it is recommended that individuals with traumatic PFP be evaluated and treated in a specific way.

Keywords: Kinematics; kinetics; anterior knee pain; strength; traumatic injuries

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Plataforma de salto com a plataforma de força acoplada.....	15
Figura 2. Fluxograma representando o delineamento experimental do projeto de mestrado...	17
Figura 3. <i>Single-Leg Hop Test for Distance</i>	21
Figura 4. Modelo Plug-in Gait.....	22
Figura 5. <i>Single-Leg Hop for Distance</i> (fase de aterrissagem).....	24
Figura 6. Fluxograma do estudo.....	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Critérios de elegibilidade dos (as) participantes.....	11
Tabela 2. Tipos de traumas pregressos no joelho apresentados por indivíduos dos grupos DFP traumática e assintomáticos com histórico de traumas no joelho.....	32
Tabela 3. Média, mediana, desvio padrão e intervalo interquartil para os dados demográficos e níveis de dor.....	33
Tabela 4. Média e desvio padrão para as medidas autorreportadas e desempenho no SLHD.....	36
Tabela 5. Média e desvio padrão para os dados cinemáticos e cinéticos nos planos sagital e frontal.....	40
Tabela 6. Média e desvio padrão para os dados da capacidade muscular (e.g., torque máximo e taxa de desenvolvimento do torque).....	47

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AKPS: *Anterior Knee Pain Scale*

ANOVA: Análise de variância

CCI: coeficiente de correlação intraclasse

cm: centímetro

DFP: Dor femoropatelar

DM: Diferença média

DP: Desvio padrão

Dr./ Dr^a.: Doutor/ Doutora

e.g.,: por exemplo

EUA: Estados Unidos da América

EVA: Escala Visual Analógica

FAPESP: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo

FCT: Faculdade de Ciências e Tecnologia

GzLM: Modelos lineares generalizados

Hz: Hertz

i.e., isto é

I.N.: Instrução normativa

IC: Intervalo de confiança

IIQ: Intervalo interquartil

LCA: Ligamento cruzado anterior

mm: milímetros

Mpa: Mega pascal

MTS: Momento total de suporte

N.m: Newtons-metro

Nº: Número

OA: Osteoartrite

PIBIC: Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica

PPGCMi: Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento – Interunidades

REPORT-PFP: *REPORTing of quantitative PatelloFemoral Pain*

SPM: *Statistical Parametric Mapping*

STROBE: *Strengthening the reporting of observational studies in epidemiology*

UNESP: Universidade Estadual Paulista

LISTA DE SÍMBOLOS

%: Percentagem

(): parênteses

[]: colchetes

$\geq$: Maior ou igual

β : Beta

α : Alfa

*: asterisco

/: Barra

d : d de Cohen

$^{\circ}$: Graus

p : Significância de um teste estatístico

r : r de Pearson

s: Segundos

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO E REVISÃO DA LITERATURA	1
1.1. DEFINIÇÃO, EPIDEMIOLOGIA E PROGNÓSTICO DA DOR FEMOROPATELAR.....	1
1.2. DOR FEMOROPATELAR TRAUMÁTICA: UMA NOVA PERSPECTIVA	2
1.3. POR QUÊ PRECISAMOS FALAR SOBRE ISSO?.....	4
2. OBJETIVO GERAL	6
2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
3. HIPÓTESES.....	7
4. MATERIAIS E MÉTODOS	8
4.1. AMOSTRA.....	8
4.2. CÁLCULO AMOSTRAL.....	9
4.3. CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE	10
4.4. INSTRUMENTAÇÃO	14
4.5. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL	15
4.5.1. <i>Primeiro dia</i>	18
4.5.2. <i>Segundo dia</i>	24
4.6. ANÁLISE DOS DADOS.....	27
4.6.1. <i>Dados biomecânicos</i>	27
4.6.2. <i>Torque muscular máximo dos extensores e flexores de joelho e abdutores de quadril</i>	28
4.7. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	29
5. RESULTADOS.....	29

5.1. CARATERÍSTICAS CLÍNICAS	34
5.2. CARACTERÍSTICAS CINEMÁTICAS E CINÉTICAS DURANTE A TAREFA DE ATERRISSAGEM.....	37
5.2.1. <i>Plano sagital</i>	37
5.2.2. <i>Plano frontal</i>	38
5.3. CARACTERÍSTICAS DE CAPACIDADE MUSCULAR.....	41
5.3.1. <i>Extensores de joelho</i>	41
5.3.2. <i>Flexores de joelho</i>	43
5.3.3. <i>Abdutores de quadril</i>	45
6. DISCUSSÃO	48
6.1. LIMITAÇÕES DO ESTUDO	52
6.2. PERSPECTIVAS FUTURAS	52
7. CONCLUSÃO	54
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	54
APÊNDICE 01 – OUTRAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS.....	68

ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Este é um modelo tradicional (monográfico) de dissertação que está apresentado em conformidade com o artigo 42 do Regulamento do Programa (Portaria UNESP N° 57/2021, de 23/04/2021) e a instrução normativa do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ciências do Movimento – Interunidades (PPGCMI) da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP) (I.N. N°14/2023/PPGCMI). A dissertação é composta pelas seguintes partes: Introdução e Revisão da Literatura, Objetivo geral, Hipóteses, Materiais e Métodos. Resultados, Discussão e Conclusão. No apêndice 1 serão apresentadas outras atividades complementares à dissertação desenvolvidas pelo candidato durante o período do mestrado.

A pesquisa em questão teve como objetivo comparar as características clínicas e biomecânicas de indivíduos com dor femoropatelar (DFP) traumática (e.g., associada a lesões e/ou cirurgias no joelho), e compará-los com indivíduos com DFP atraumática (e.g., não associada a lesões e/ou cirurgias no joelho) e indivíduos assintomáticos com e sem histórico de lesões e/ou cirurgias no joelho.

1. INTRODUÇÃO E REVISÃO DA LITERATURA

1.1. DEFINIÇÃO, EPIDEMIOLOGIA E PROGNÓSTICO DA DOR FEMOROPATELAR

O joelho é uma das principais articulações do corpo humano, e também um dos sistemas biomecânicos mais complexos já conhecidos (Dye, 2003). A patela, por exemplo, configura-se como uma alavanca dinâmica (Yamaguchi e Zajac, 1989) para os músculos do joelho (e.g., quadríceps), e assim, recebe uma das maiores cargas do corpo humano (até sete vezes o peso corporal) (Mason *et al.*, 2008) durante atividades funcionais como agachar (Powers *et al.*, 2012), por exemplo. Devido à exposição à altas cargas durante as atividades do dia-a-dia, a articulação do joelho está sujeita frequentemente a lesões e/ou dores musculoesqueléticas (Saavedra *et al.*, 2012). Neste sentido, uma das principais causas dos atendimentos em clínicas ortopédicas é a Dor Femoropatelar (DFP) (Kannus *et al.*, 1987; Taunton *et al.*, 2002).

A DFP é definida como uma desordem musculoesquelética crônica, caracterizada por uma dor atrás ou ao redor da patela, que é exacerbada por atividades que aumentam as forças compressivas na articulação femoropatelar, tais como agachar, saltar e aterrissar, subir e descer escada, entre outras (Crossley *et al.*, 2016). Existem alguns sinais clínicos que também podem caracterizar a apresentação da DFP nos indivíduos acometidos, como uma sensação de ranger proveniente da articulação femoropatelar durante movimentos de flexão de joelho; sensibilidade durante a palpação na patela; leve edema (Crossley *et al.*, 2016). O diagnóstico da DFP é essencialmente clínico, sem a necessidade de exames de imagem para confirmação (Cook *et al.*, 2012; Crossley *et al.*, 2016; Nunes *et al.*, 2013). Além disso, existem testes ortopédicos específicos, cuja utilização é recomendada somente na suspeita de outras desordens musculoesqueléticas na articulação do joelho (Crossley *et al.*, 2016).

A DFP é considerada uma das desordens mais comuns de joelho (Middelkoop, van *et al.*, 2008). Anualmente, estima-se que a prevalência da DFP seja de aproximadamente 23% na população geral (Smith *et al.*, 2018). O desenvolvimento da DFP impacta negativamente na realização de atividades físicas, esportivas e laborais (Crossley *et al.*, 2016; Glaviano *et al.*, 2022; Glaviano, Baellow e Saliba, 2017; Stathopulu e Baildam, 2003), em fatores psicológicos (e.g., cinesiofobia) (Coburn *et al.*, 2018) e na qualidade de vida dos indivíduos acometidos (MacLachlan *et al.*, 2017). É possível que os comprometimentos nas atividades de vida diária estejam relacionados com reduções na capacidade funcional subjetiva e objetiva (Briani *et al.*, 2021; Culvenor *et al.*, 2016; Glaviano, Baellow e Saliba, 2017; Nunes *et al.*, 2019; Priore *et al.*, 2019). A DFP é uma condição de caráter crônico, de tal modo que seus sintomas podem permanecer constantes ou até mesmo aumentar a longo prazo (Sandow e Goodfellow, 1985). Evidências indicam que aproximadamente 91% dos indivíduos com DFP reportam a presença de sintomas persistentes mesmo após 18 anos do diagnóstico inicial (Stathopulu e Baildam, 2003). O caráter crônico da DFP também tem sido proposto como um fator precursor para o desenvolvimento de sinais radiográficos precoces da osteoartrite (OA) femoropatelar em adultos (Collins *et al.*, 2019; Crossley, 2014).

1.2. DOR FEMOROPATELAR TRAUMÁTICA: UMA NOVA PERSPECTIVA

Indivíduos com DFP comumente reportam um início insidioso de seus sintomas não associado a traumas, lesões e/ou cirurgias (Crossley *et al.*, 2016). Inclusive, a DFP é frequentemente definida como uma condição musculoesquelética de natureza não-traumática (DFP atraumática) (Capin e Snyder-Mackler, 2018; Ho *et al.*, 2021; Smith *et al.*, 2018). Entretanto, estudos recentes vêm demonstrando que a ocorrência dos sintomas da DFP associada ao histórico de traumas diretos, lesões diretas e/ou cirurgias no joelho (DFP

traumática) também é comum, e possui caráter crônico (Gadea *et al.*, 2014; Järvelä, Kannus e Järvinen, 2000). Estima-se que a incidência dos sintomas da DFP após procedimentos cirúrgicos como artroscopia e reconstrução do ligamento cruzado anterior (LCA) seja de aproximadamente 24% e 56%, respectivamente (Gadea *et al.*, 2014; Järvelä, Kannus e Järvinen, 2000). Em relação à prevalência da DFP traumática, cerca de 22% de indivíduos submetidos à reconstrução de LCA, apresentam sintomas da DFP em até dois anos de pós-operatório (Culvenor *et al.*, 2017). Quanto à prevalência de sintomas da DFP após traumas no joelho (e.g., quedas, acidentes), 68% dos indivíduos com DFP persistente reportam sintomas moderados ou intensos, mesmo depois de 5 anos após o trauma (Price, Jones e Allum, 2000).

Além do caráter persistente de seus sintomas (Culvenor *et al.*, 2017), a prevalência da DFP traumática também está relacionada a maiores índices de massa corpórea (IMC), medo de se movimentar (i.e., cinesiofobia), incapacidades funcionais e pior qualidade de vida (Culvenor *et al.*, 2016; Price, Jones e Allum, 2000). O impacto negativo da DFP traumática no desempenho físico pode ter consequências a longo prazo tanto para a saúde articular do joelho quanto para o prognóstico de seus sintomas (Culvenor *et al.*, 2016). Um estudo prévio demonstrou que em outras populações com traumas no joelho (e.g., indivíduos com reconstrução de LCA), o pior desempenho em tarefas como o salto pôde prever o desenvolvimento de sinais radiográficos de osteoartrite (OA) de joelho (Pinczewski *et al.*, 2007). Outro fator agravante é a presença de cinesiofobia, a qual pode estar relacionada à persistência e à intensidade dos sintomas da DFP traumática (Culvenor *et al.*, 2016). As estratégias mal adaptativas de evitação do medo geralmente envolvem a redução dos limiares de experiência à dor, o que por sua vez, podem perpetuar os sintomas e incapacidade funcional (Domenech *et al.*, 2013) decorrentes da DFP traumática.

Considerando-se que a presença de DFP atraumática não prediz o desenvolvimento de DFP após o trauma (Culvenor *et al.*, 2016), é possível que a presença de um componente traumático (e.g., lesões e/ou cirurgias) no joelho em si possa levar ao desenvolvimento da DFP (Culvenor *et al.*, 2016). Estudos sugerem que fatores traumáticos como quedas, contusões (Insall, Falvo e Wise, 1976; Outerbridge, 1961; Price, Jones e Allum, 2000), lesões e/ou cirurgias ligamentares e meniscais (Frobell, 2011; Su *et al.*, 2013; Zhang *et al.*, 2022) possam ser os precursores para o desequilíbrio da fisiologia articular femoropatelar (Goodfellow, Hungerford e Woods, 1976), acarretando na indução de sintomas da DFP (Dye, 2005). Nesse caso, ainda que o desfecho primário seja a ocorrência dos sintomas da DFP, a presença de um componente traumático nos faz suscitar a seguinte pergunta: Existem diferenças na apresentação clínica (e.g., fatores psicológicos, capacidade muscular e qualidade do movimento) entre indivíduos com DFP traumática e DFP atraumática? Infelizmente, ainda não é possível responder essa questão devido à quantidade limitada de investigações direcionadas a indivíduos com DFP associada a lesões e/ou cirurgias no joelho.

1.3. POR QUÊ PRECISAMOS FALAR SOBRE ISSO?

Sabe-se que a DFP atraumática está associada à diversas alterações biomecânicas. Excessivo movimento de valgo de joelho (i.e., abdução de joelho e adução de quadril) e inclinação ipsilateral de tronco (Powers *et al.*, 2017); reduções na flexão de joelho e na produção do momento extensor do joelho são encontrados nesses indivíduos durante atividades funcionais, incluindo aterrissagens (Reis, dos *et al.*, 2015). Indivíduos com DFP atraumática também apresentam reduções na função muscular (i.e., força e potência) dos músculos extensores e flexores de joelho, e abdutores de quadril (Briani *et al.*, 2021; Ferreira *et al.*, 2019; Prins e Wurff, van der, 2009). Essas alterações biomecânicas estão relacionadas com maiores

níveis de dor e menores níveis de função de indivíduos com DFP (Guney *et al.*, 2016), além de poderem influenciar as forças de contato na articulação femoropatelar (Powers *et al.*, 2017). Uma vez que essas alterações biomecânicas são fatores modificáveis, elas são comumente alvo de intervenções que visam melhorar a condição clínica e prognóstico dos indivíduos com DFP atraumática (Baldon *et al.*, 2014; Willy *et al.*, 2019). Por outro lado, em relação à DFP traumática, ainda não é possível realizar as mesmas afirmações.

O fato do histórico de traumas, lesões, ou cirurgias no joelho ser considerado como um critério de exclusão na maioria dos estudos em DFP (Glaviano *et al.*, 2020; Ho *et al.*, 2021; Matthews *et al.*, 2020; Vasconcelos, de *et al.*, 2021) pode explicar a carência de investigações acerca dessa subpopulação na DFP. Devido à escassez de estudos observacionais em indivíduos com DFP traumática, pouco se sabe sobre quais alterações clínicas e biomecânicas estão presentes nesse subgrupo comparado a indivíduos assintomáticos com ou sem o histórico de lesões e/ou cirurgias no joelho; pois é razoável se pensar que tais alterações possam ser derivadas dos sintomas, e não do componente traumático em si. Além disso, não é possível afirmar que esses indivíduos apresentam as mesmas alterações que indivíduos com DFP atraumática; ou ainda que eles possam se beneficiar das mesmas intervenções atualmente preconizadas (Heijden, van der *et al.*, 2015; Willy *et al.*, 2019). Caso haja diferenças nas características clínicas e biomecânicas de indivíduos com DFP traumática comparados a indivíduos com DFP atraumática, é possível também, que eles não tenham a mesma resposta às diretrizes de tratamento recomendadas para essa disfunção (Willy *et al.*, 2019).

Portanto, identificar as características clínicas e biomecânicas presentes em indivíduos com DFP traumática pode contribuir para um melhor entendimento sobre esse subgrupo da

DFP, além de possivelmente indicar a necessidade de estudos clínicos futuros que investiguem intervenções focadas em fatores modificáveis realmente alterados nesses indivíduos.

2. OBJETIVO GERAL

Essa dissertação de mestrado teve por objetivo geral comparar características clínicas e biomecânicas entre grupos de indivíduos com DFP traumática, DFP atraumática, indivíduos assintomáticos com ou sem histórico de lesões e/ou cirurgias no joelho.

2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Comparar os níveis de dor (i.e., pior nível de dor na última semana e nível de dor atual), função subjetiva e objetiva de indivíduos com DFP traumática, DFP atraumática, indivíduos assintomáticos com ou sem histórico de traumas no joelho;
2. Comparar os níveis de atividade física, qualidade de vida (i.e., saúde física e mental) e cinesiofobia de indivíduos com DFP traumática, DFP atraumática, indivíduos assintomáticos com ou sem histórico de traumas no joelho;
3. Comparar os picos de flexão e adução de quadril, flexão e abdução de joelho, flexão e abdução de tornozelo e flexão de tronco nos planos sagitais e frontais durante a fase de aterrissagem da tarefa de *single leg hop for distance* de indivíduos com DFP traumática, DFP atraumática, indivíduos assintomáticos com ou sem histórico de traumas no joelho;
4. Comparar o pico dos momentos internos extensores de quadril, joelho e tornozelo e abdutores de joelho de indivíduos com DFP traumática, DFP atraumática, indivíduos assintomáticos com ou sem histórico de traumas no joelho;

5. Comparar o momento total de suporte e suas respectivas proporções de contribuições articulares de indivíduos com DFP traumática, DFP atraumática, indivíduos assintomáticos com ou sem histórico de traumas no joelho;

6. Comparar os picos de torques máximos e as taxas de desenvolvimento do torque extensor e flexor de joelho e abdutor de quadril durante contrações isométricas, concêntricas e excêntricas máximas de indivíduos com DFP traumática, DFP atraumática, indivíduos assintomáticos com ou sem histórico de traumas no joelho;

3. HIPÓTESES

As hipóteses do presente estudo são:

(1) Indivíduos com DFP traumática apresentarão maiores níveis de dor (i.e., nível de dor atual e pior nível de dor na última semana), menor função subjetiva e objetiva comparados a indivíduos com DFP atraumática e indivíduos assintomáticos com ou sem histórico de traumas no joelho;

(2) Indivíduos com DFP traumática apresentarão maiores níveis de cinesiofobia, menores níveis de atividade física, e menor qualidade de vida (i.e., saúde física e mental) quando comparados a indivíduos com DFP atraumática e indivíduos assintomáticos com ou sem histórico de traumas no joelho;

(3) Indivíduos com DFP traumática apresentarão maiores picos de flexão, adução de quadril, abdução de joelho, abdução e dorsiflexão de tornozelo e flexão (e.g., planos sagital e frontal) de tronco, menores picos de flexão de joelho comparado a indivíduos com DFP atraumática e indivíduos assintomáticos com ou sem histórico de traumas no joelho durante a fase de aterrissagem da tarefa de *single-leg hop for distance*;

- (4) Indivíduos com DFP traumática apresentarão menor pico do momento extensor de joelho e maiores picos de momentos extensores de quadril, plantiflexores de tornozelo e abdutores de joelho comparado a indivíduos com DFP atraumática e indivíduos com ou sem histórico de traumas no joelho durante a fase de aterrissagem da tarefa de *single-leg hop for distance*;
- (5) Indivíduos com DFP traumática apresentarão menores momentos totais de suporte e proporções de contribuições do joelho e maiores proporções de contribuições do quadril e tornozelo comparado a indivíduos com DFP atraumática e indivíduos assintomáticos com ou sem histórico de traumas no joelho durante a fase de aterrissagem da tarefa de *single-leg hop for distance*;
- (6) Indivíduos com DFP traumática apresentarão menores picos e taxas de desenvolvimento dos torques de extensores e flexores de joelho e abdutores de quadril durante esforços máximos comparado a indivíduos com DFP atraumática e indivíduos com ou sem histórico de lesões no joelho.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo possui um delineamento tipo transversal observacional e foi desenhado de acordo com a diretriz para estudos observacionais *Strengthening The Reporting of Observational Studies in Epidemiology* (STROBE) (Elm, von *et al.*, 2008), e está reportado de acordo com o REPORT-PFP (Barton *et al.*, 2021).

4.1. AMOSTRA

Esse estudo foi conduzido no Laboratório de Biomecânica e Controle Motor (LABCOM) da Faculdade de Ciências e Tecnologia (FCT) – Câmpus de Presidente Prudente –

UNESP. Esse estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética Humana em Pesquisa da Faculdade de Ciências e Tecnologia FCT-UNESP – Campus de Presidente Prudente (número do parecer: 5.110.075).

De acordo com o *American College of Rheumatology* (Bijlsma, Berenbaum e Lafeber, 2011), a partir dos 38 anos de idade, é possível que alterações degenerativas no joelho possam causar sintomas clínicos insidiosos, e, aos 40 anos ou mais, essas alterações possam ser encontradas radiograficamente. Segundo os achados de Culvenor et al. (Culvenor *et al.*, 2019), há uma prevalência de 19 a 43% de alterações indicativas de OA de joelho em adultos assintomáticos com 40 anos de idade. Portanto, a fim de maximizar as chances de identificar alterações associadas à DFP, e não a desordens degenerativas, foram recrutados homens e mulheres com idade entre 18 e 35 anos para participar desse estudo. Todos (as) os (as) participantes selecionados (as) a participar de acordo com os requisitos pré-estabelecidos foram informados (as) a respeito da natureza da pesquisa, e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido, elaborado conforme a resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde; no qual uma cópia ficou com o (a) participante, e outra com o pesquisador.

4.2. CÁLCULO AMOSTRAL

Considerando que se trata de um estudo original, não houve estudos prévios publicados que incluísse indivíduos com DFP traumática, DFP atraumática e assintomáticos com e sem histórico de traumas no joelho para que fosse realizado um cálculo do tamanho amostral. Portanto, o cálculo amostral considerou resultados prévios de comparações entre indivíduos com DFP atraumática e assintomáticos sem histórico de traumas no joelho; e a variável escolhida foi a que, de todos os testes de cálculo amostral realizados, apresentou maior tamanho amostral, garantindo poder suficiente para todas as análises que foram realizadas nesse estudo.

Sendo assim, foi considerada a variável estresse femoropatelar, a partir dos dados de Waiteman e colaboradores (Waiteman *et al.*, 2018). Logo, o tamanho da amostra calculado foi de 38 indivíduos por grupo, para um teste com poder de 80% ($1-\beta=,80$) e $\alpha=,05$, bicaudal, com uma diferença mínima a ser detectada de 3,3 Mpa e um desvio-padrão de 5,1 Mpa.

4.3. CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE

Os critérios de elegibilidade para indivíduos com DFP foram baseados no mais recente consenso sobre avaliação clínica em DFP (Crossley *et al.*, 2016), e em estudos prévios que investigaram DFP após eventos traumáticos e/ou cirúrgicos no joelho (Culvenor *et al.*, 2016; Gadea *et al.*, 2014; Järvelä, Kannus e Järvinen, 2000; Price, Jones e Allum, 2000). Considerando ainda que indivíduos com lesões e/ou cirurgias ligamentares ou meniscais prévias podem desenvolver sinais precoces de OA de joelho (Culvenor *et al.*, 2015), foi solicitado para aqueles (as) que apresentassem esse tipo de histórico de traumas no joelho que trouxessem exames de imagem e laudos médicos para averiguar a presença de possíveis sinais radiográficos de OA de joelho. Caso o (a) participante apresentasse algum sinal radiográfico de OA, ele (a) não seria incluído (a) na amostra. Neste sentido, os critérios de elegibilidade foram aplicados por 1 fisioterapeuta com mais de 5 anos de experiência clínica. Para serem incluídos (as), os (as) participantes precisaram se enquadrar nos critérios de inclusão descritos na Tabela 1.

Os critérios para ambos os grupos DFP foram: apresentar dor atrás ou ao redor da patela durante, pelo menos, duas atividades funcionais (e.g., agachar, ajoelhar, subir e/ou descer escadas, saltar e/ou aterrissar); sintomas de caráter insidioso da DFP em um ou ambos os joelhos, por pelo menos três meses; e média do pior nível de dor no último mês de pelo menos 30mm numa escala visual analógica de 0 a 100mm.

Os critérios adicionais para o grupo DFP traumática foram: presença de sintomas da DFP associada ao histórico de traumas diretos no joelho (e.g., quedas, acidentes, batidas, lesões e/ou cirurgias); e ausência de quaisquer outros sintomas relacionados ao evento traumático e/ou cirúrgico.

Os critérios adicionais para o grupo DFP atraumática foram: ausência de histórico de qualquer tipo de traumas no joelho.

Os critérios de inclusão para ambos os grupos controles assintomáticos foram: não apresentar sinais e/ou sintomas de DFP ou qualquer outra desordem musculoesquelética dos membros inferiores; e sintomas advindos de articulações dos membros inferiores.

Os critérios adicionais para o grupo assintomático com histórico de traumas prévios no joelho foram: apresentar histórico de traumas diretos no joelho (e.g., quedas, acidentes, batidas, lesões e/ou cirurgias).

Os critérios adicionais para o grupo assintomático sem histórico de traumas prévios no joelho foram: não apresentar histórico de traumas diretos no joelho (e.g., quedas, acidentes, batidas, lesões e/ou cirurgias).

Os critérios de não-inclusão e exclusão foram os mesmos para todos os grupos; não foram incluídos (as) os (as) participantes que se enquadraram em algum dos critérios de não-inclusão e/ou exclusão (Tabela 1).

Tabela 1. Critérios de elegibilidade dos (as) participantes.

CRITÉRIOS DE INCLUSÃO PARA INDIVÍDUOS COM DFP
--

-
- Dor retro e/ou peri -patelar ao executar, pelo menos, duas das seguintes atividades funcionais: sentar-se por tempo prolongado, agachar, ajoelhar, correr, subir e/ou descer escadas, saltos e aterrissagens.
 - Sintomas de início insidioso em um ou ambos os joelhos com duração de pelo menos três meses.
 - Média do pior nível de dor no mês anterior de pelo menos 30mm numa escala visual analógica de dor de 0 a 100mm.

CRITÉRIOS ADICIONAIS DE INCLUSÃO: INDIVÍDUOS COM DFP TRAUMÁTICA

- Histórico de cirurgia no joelho, com pelo menos 6 meses do evento.
- Histórico de trauma direto no joelho.
- Histórico de lesão direta no joelho (e.g., lesões meniscais e ligamentares), com pelo menos 6 meses do evento.
- Histórico de subluxação patelar.
- Sintomas de DFP na ausência de quaisquer outros sintomas relacionados ao evento traumático e/ou cirúrgico.

CRITÉRIOS ADICIONAIS DE INCLUSÃO: INDIVÍDUOS COM DFP ATRAUMÁTICA

- Ausência de histórico de traumas no joelho (e.g., quedas, acidentes, batidas contundentes).
- Ausência de histórico de lesões diretas no joelho (e.g., lesões meniscais e ligamentares).
- Ausência de histórico de cirurgias no joelho.
- Ausência de histórico de subluxação patelar.

CRITÉRIOS DE INCLUSÃO PARA INDIVÍDUOS ASSINTOMÁTICOS

-
- Ausência de evidência clínica de DFP traumática ou atraumática.
 - Ausência de qualquer outra desordem musculoesquelética de joelho.
 - Ausência de qualquer outra desordem musculoesquelética em outras articulações dos membros inferiores.

CRITÉRIOS ADICIONAIS DE INCLUSÃO:
INDIVÍDUOS ASSINTOMÁTICOS COM HISTÓRICO DE TRAUMAS NO JOELHO

- Histórico de cirurgia no joelho, com pelo menos 6 meses do evento.
- Histórico de trauma direto no joelho (e.g., quedas, acidentes, batidas contundentes).
- Histórico de lesões no joelho (e.g., lesões meniscais e ligamentares), com pelo menos 6 meses após o evento.
- Histórico de subluxação patelar.

CRITÉRIOS ADICIONAIS DE INCLUSÃO:
INDIVÍDUOS ASSINTOMÁTICOS COM HISTÓRICO DE TRAUMAS NO JOELHO

- Ausência de histórico de traumas no joelho (e.g., quedas, acidentes, batidas contundentes).
- Ausência de histórico de lesões diretas no joelho (e.g., lesões meniscais e ligamentares).
- Ausência de histórico de cirurgias no joelho.
- Ausência de histórico de subluxação patelar.

CRITÉRIOS DE NÃO-INCLUSÃO PARA TODOS OS GRUPOS

- Evidência clínica atual de tendinopatia patelar e/ou osteoartrite de joelho.
 - Evidência de sinais radiográficos de OA de joelho.
 - Dor autorreportada advinda da coluna.
-

-
- Dor e/ou lesão atual de outras articulações dos membros inferiores.
 - Fisioterapia prévia (pelo menos 6 meses).
 - Presença de doença cardíaca ou neurológica que contraindique a exposição do indivíduo aos procedimentos da coleta de dados.

CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO PARA AMBOS OS GRUPOS

- Não completar alguma etapa da coleta de dados.
- Reportar um (ou novo) evento traumático ou ser submetido a cirurgia de emergência no joelho avaliado ou contralateral entre os dias 1 e 2 da coleta de dados.

Abreviação: DFP, dor femoropatelar; mm, milímetros

4.4. INSTRUMENTAÇÃO

Os dados cinemáticos foram obtidos por meio de um sistema de análise do movimento tridimensional (Vicon Moviment Systems Inc., EUA), composto por oito câmeras infravermelho (modelos Bonita 10® [5] e Vero® [3]), com resolução de 1 Megapixel - 1024x1024 com frequência de aquisição de 1000 Hz. Os dados cinéticos foram obtidos por meio de uma plataforma de força (Bertec Corporation, Columbus, OH, modelo FP4060) fixa no solo, com frequência de aquisição de 1000 Hz, a qual esteve acoplada - sem contato (2 cm de distância) - à uma plataforma de salto construída no laboratório (Figura 1), a qual contém 2,91 metros de comprimento e 1 metro de largura. Ambos o sistema de análise de movimento tridimensional e a plataforma de força estiveram sincronizados pelo módulo de sincronismo ViconLock®.

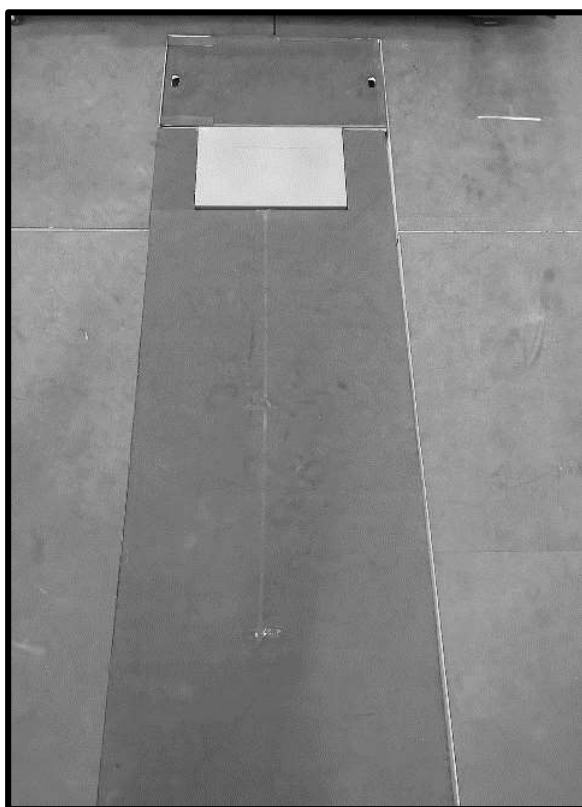


Figura 1. Plataforma de salto com a plataforma de força acoplada

Os dados de torque muscular máximo dos extensores e flexores de joelho, e abdutores de quadril foram avaliados por meio de um dinamômetro isocinético com frequência de aquisição de 100 Hz (Biodex System 4Pro, New York-EUA).

4.5. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

As variáveis de interesse do presente estudo foram coletadas em dois dias de coletas de dados diferentes, com um intervalo de no máximo sete dias entre eles (Figura 2). Previamente à coleta de dados de ambos os dias, os (as) participantes foram instruídos (as) a utilizarem vestimentas apropriadas para realizar atividades físicas para as avaliações, e a não realizarem

atividades físicas de intensidade moderada ou alta nas 24 horas que antecederam as avaliações.

Para todos os procedimentos, foram considerados apenas um dos membros inferiores:

- O membro inferior mais sintomático para aqueles (as) com traumas e/ou sintomas bilaterais de indivíduos com DFP traumática ou atraumática.
- O membro inferior assintomático, mas com histórico de traumas pregressos no joelho (e.g., quedas, lesões e/ou cirurgias) de indivíduos assintomáticos com histórico de traumas no joelho.
- O membro inferior randomizado no primeiro dia de coleta de dados (dominante ou não-dominante, *coin toss*) de indivíduos assintomáticos sem histórico de traumas no joelho.

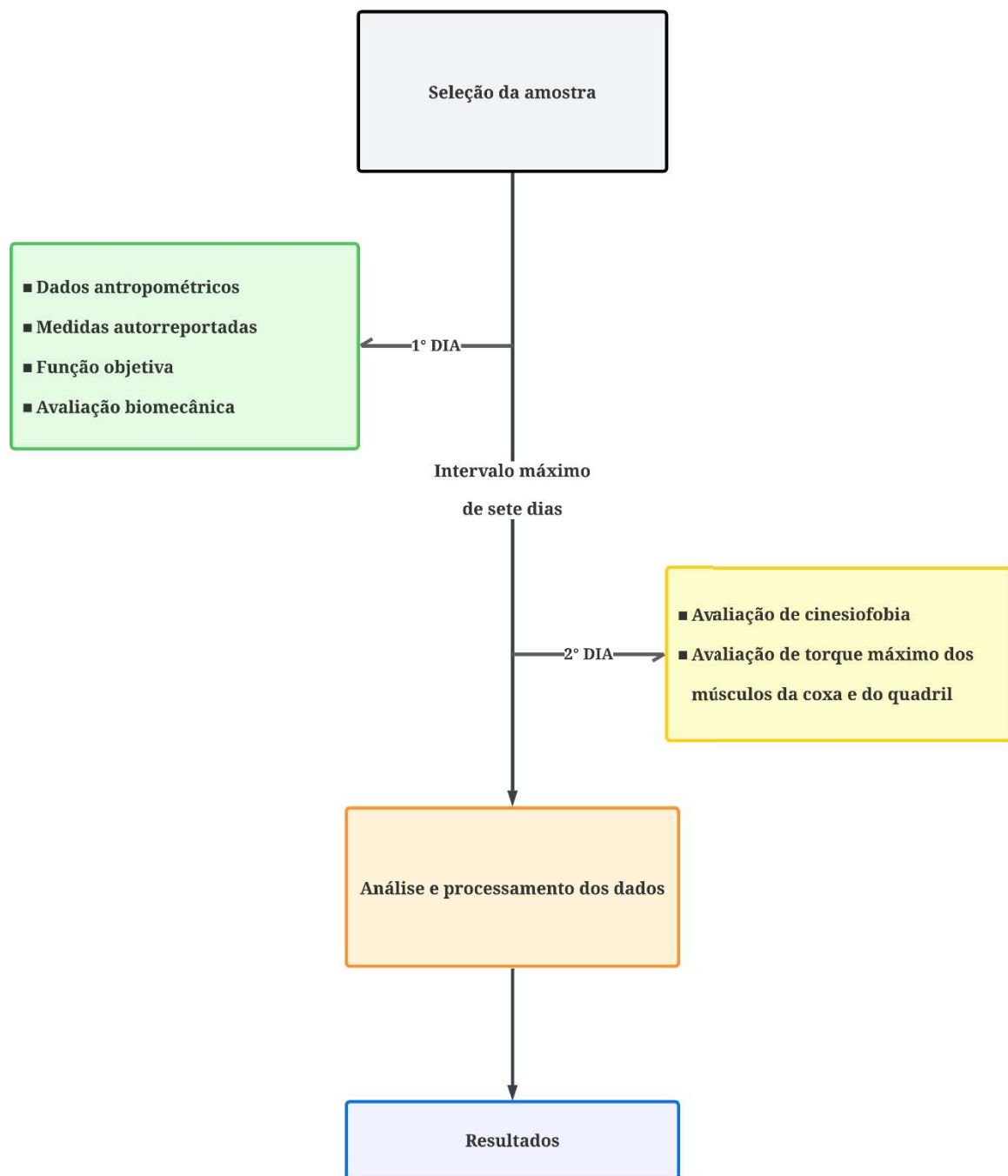


Figura 2. Fluxograma representando o delineamento experimental do projeto de mestrado.

4.5.1. Primeiro dia

Durante a avaliação inicial, foram coletados os dados demográficos (e.g., idade, peso, altura e IMC). Em seguida, os (as) participantes foram questionados (as) sobre a presença de dor no joelho. Em casos positivos, foi solicitado que eles (as) informassem qual era o membro inferior sintomático (ou mais sintomático para aqueles (as) com sintomas bilaterais), a duração dos sintomas da DFP (em meses), nível de dor atual no joelho, o pior nível de dor na última semana. Também foi questionado aos (às) participantes sobre a presença de histórico de traumas no joelho, e em casos positivos, foi solicitado que eles (as) informassem o tipo de trauma, e contasse em mais detalhes sobre isso (e.g., mecanismo, duração). Após, foram coletadas medidas autorreportadas relacionadas à função subjetiva, nível de atividade física, e qualidade de vida.

A dor autorreportada foi avaliada por meio de uma escala visual analógica (EVA) de 0 a 100 mm, na qual 0 representa nenhuma dor e 100 a pior dor imaginável. A EVA já foi previamente validada para indivíduos com DFP, e tem uma boa confiabilidade (coeficiente de correlação intraclassa [CCI] = ,76; erro-padrão da medida [EPM] = 6 mm; diferença clinicamente importante mínima [DCIM] = 20 mm) (Crossley *et al.*, 2004).

A função subjetiva foi avaliada por meio da escala de dor anterior no joelho (Cunha, da *et al.*, 2013), que é um questionário de 13 itens que avalia sintomas e limitações funcionais subjetivas (e.g., atrofia, subluxação, dor, edema e dificuldades em realizar atividades diárias) em desordens femoropatelares. A pontuação máxima desse questionário para cada item do questionário varia de 5 a 10, e a soma de todos itens gera uma pontuação que varia de 0 (incapacidade máxima) a 100 (nenhuma incapacidade). A escala de dor anterior no joelho foi

validada para indivíduos com DFP, e tem boa confiabilidade (CCI = ,81; EPM = 3,1 pontos; DCIM = 10 pontos) (Crossley *et al.*, 2004; Kujala *et al.*, 1993).

O nível de atividade física foi avaliado por meio do Questionário de Atividade Física Habitual de Baecke (Rocha *et al.*, 2022). Esse questionário possui 16 questões relacionadas ao tipo, duração e intensidade das atividades físicas realizadas pelos participantes nos últimos 12 meses. Essas questões resultam em três pontuações que representa três domínios: (i) atividade física no trabalho; (ii) práticas de lazer e ocupação do tempo livre; e (iii) locomoção, as quais variam de 1 a 5. Pontuações mais altas indicam maiores níveis de atividade física. O Questionário de Atividade Física Habitual de Baecke é validado e confiável (CCI = ,92) (Baecke, Burema e Frijters, 1982).

A qualidade de vida foi avaliada por meio do *The Medical Outcome Short-Form 36* (SF-36). Esse questionário já foi previamente validado, e possui uma boa confiabilidade intra-avaliador ($r = ,44$ a $,84$) (McHorney *et al.*, 1994; McHorney, Ware Jr. e Raczek, 1993). O SF-36 consiste em questões gerais relacionadas a oito domínios: (i) funcionamento físico; (ii) função física; (iii) dor corporal; (iv) saúde geral; (v) vitalidade; (vi) funcionamento social; (vii) função emocional; e (viii) saúde mental. A pontuação das questões de cada domínio varia de 0 a 100, na qual maiores pontuações indicam melhor qualidade de vida relacionada à saúde. Os oito domínios foram resumidos em componentes físicos e mentais que foram calculados de acordo Taft et al. (Taft, Karlsson e Sullivan, 2001).

A avaliação da função objetiva foi realizada por meio *Single-Leg Hop Test for Distance* (SLHD) (Figura 3). O SLHD é utilizado como um teste de desempenho para avaliar a estabilidade articular dinâmica do joelho (Augustsson *et al.*, 2006; Fitzgerald *et al.*, 2001). Cada participante foi instruído (a) a posicionar-se em apoio unipodal sobre um tapete emborrachado

de 2 metros fixados no chão, com o calcanhar rente ao marco zero da fita métrica, e com os braços para trás (Bolgla e Keskula, 1997). Os (as) participantes foram orientados (as) a saltar o mais distante possível em linha reta, e aterrissar com o mesmo membro mantendo o equilíbrio por pelo menos três segundos para que o salto fosse considerado válido (Bolgla e Keskula, 1997). Esse protocolo possui confiabilidade teste-reteste excelente (Dingenen *et al.*, 2019). A distância do salto (em centímetros) foi mensurada a partir da borda do calcanhar no marco zero (posição inicial) até a borda do calcanhar onde o (a) participante aterrissou (Briani *et al.*, 2021). Para que o salto fosse considerado válido, o (a) participante teria de ser capaz de manter seu pé no local exato em que aterrissou, e se equilibrasse por pelo menos três segundos (Markström, Tengman e Häger, 2023). Não foi permitido impulsionar ou aterrissar com os dois membros inferiores, fazer uso das mãos ou perder o equilíbrio após a aterrissagem (i.e., aterrissagem dupla ou tocar o chão com o outro membro inferior). Caso o (a) participante falhasse, uma nova tentativa seria concedida. Foram consideradas três tentativas válidas, e o valor da média das três tentativas foi normalizado pelo comprimento do membro inferior avaliado ($[\text{cm}/\text{cm}] * 100$), e considerado para a análise (Petschnig, Baron e Albrecht, 1998). Antes de iniciar o teste, o (a) participante foi encorajado (a) a realizar três tentativas para familiarização.



Figura 3. *Single-Leg Hop Test for Distance*

Para a coleta dos dados cinemáticos, foram obtidas medidas antropométricas adicionais com o (a) participante descalço (a) em posição ortostática para o posicionamento do modelo biomecânico. As seguintes medidas foram mensuradas: comprimento dos membros inferiores (distância da EIAS até o ápice do maléolo medial de cada membro), largura da articulação do joelho e da articulação do tornozelo (por meio de um paquímetro universal – 150 mm - ,02mm - Digimess®). Marcadores retrorrefletivos (11 mm de diâmetro) foram posicionados em pontos anatômicos pré-definidos de acordo com o modelo Plug-in Gait (Figura 4): incisura jugular, processo xifóide, processo espinhoso da sétima vértebra cervical e décima vértebra torácica, escápula (lado direito), espinha ilíaca ântero-superior (bilateralmente) e espinha ilíaca pósterio-superior (bilateralmente), ponto médio na lateral da coxa (trocanter maior até côndilo femoral

lateral, bilateralmente), côndilos femorais (bilateralmente) medial e lateral, ponto médio na lateral da perna (côndilo femoral lateral até maléolo lateral, bilateralmente), maléolo lateral (bilateralmente), base do segundo metatarso (bilateralmente), calcâneo (bilateralmente).

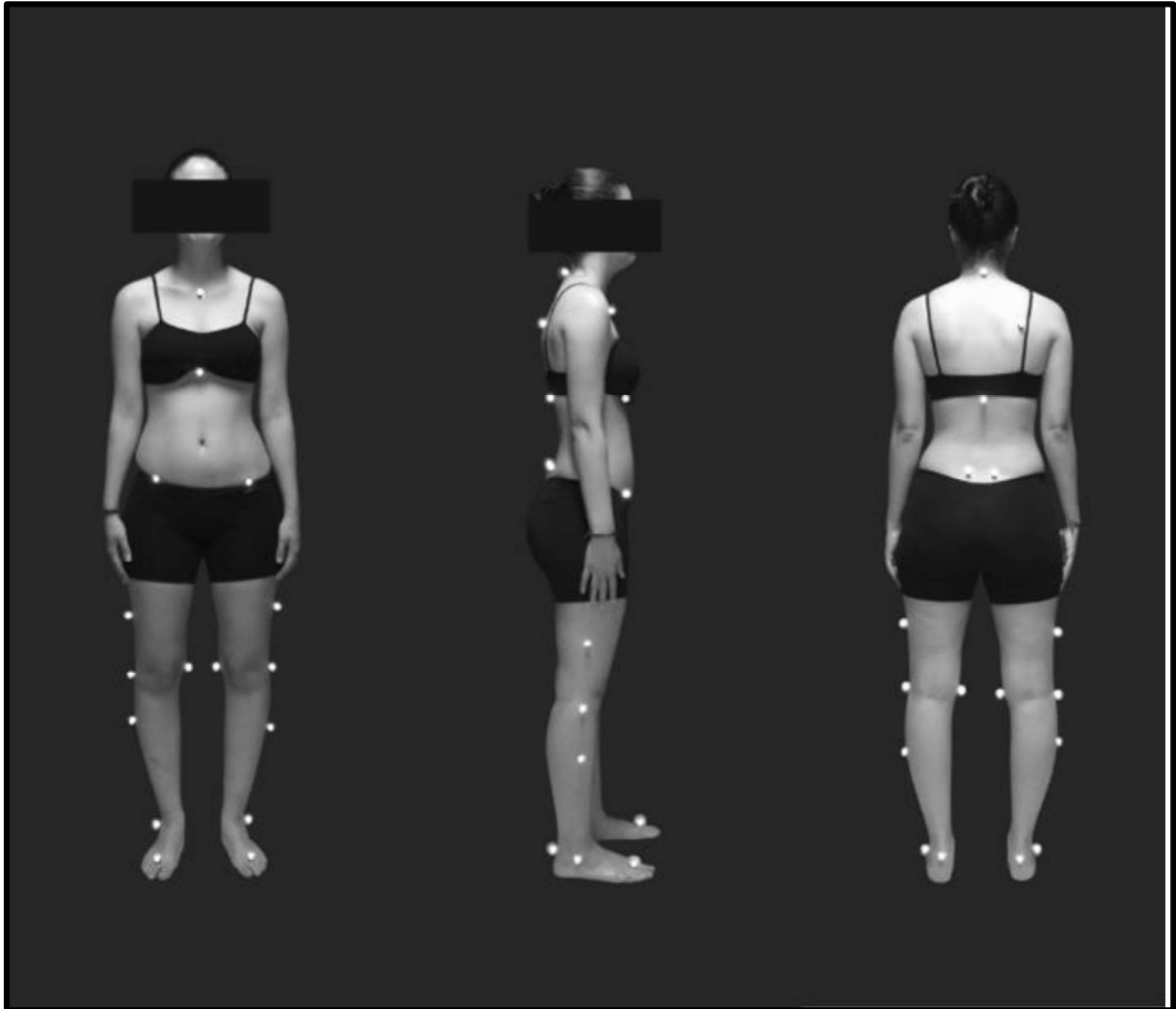


Figura 4. Modelo Plug-in Gait

Antes da captura cinemática, foram realizadas calibrações estáticas e dinâmicas das câmeras utilizadas por meio de uma vara de calibração ativa. Durante a calibração de origem do sistema, a vara foi posicionada sobre a plataforma de força, demarcando assim a origem das coordenadas para as câmeras. Para o volume de captura de cada câmera foi aceito um erro

máximo de ,08 mm. Uma calibração estática de cada participante em posição ortostática relaxada também foi realizada para determinar o sistema de coordenadas de cada segmento. Um *knee alignment device* (KAD) foi utilizado durante as calibrações estáticas para calcular o centro da articulação do joelho.

Para a captura dos dados cinemáticos e cinéticos, os (as) participantes foram orientados (as) sobre a realização da tarefa de salto. Os (as) participantes foram instruídos (as) a permanecer em apoio bipodal sobre a plataforma de força. Ao comando do avaliador, os (as) participantes deveriam posicionar-se em apoio unipodal sobre o membro avaliado, e com as mãos na cintura, saltar o mais distante possível em linha reta (Figura 5). A distância alcançada (em centímetros) foi obtida, e normalizada pelo comprimento do membro inferior ($[\text{cm}/\text{cm}] * 100$). Em seguida, na posição onde eles (as) aterrissaram anteriormente, os (as) participantes foram instruídos (as) a realizar o mesmo procedimento, aterrissando agora, sobre a plataforma de força. Somente as gravações durante os saltos com aterrissagens sobre a plataforma de força foram analisadas e comparadas entre os grupos (Figura 5). Foram consideradas três tentativas válidas, seguindo os mesmos critérios descritos acima na avaliação de função objetiva. Novamente, antes de iniciar o teste, o (a) participante foi encorajado (a) a realizar três tentativas para familiarização.

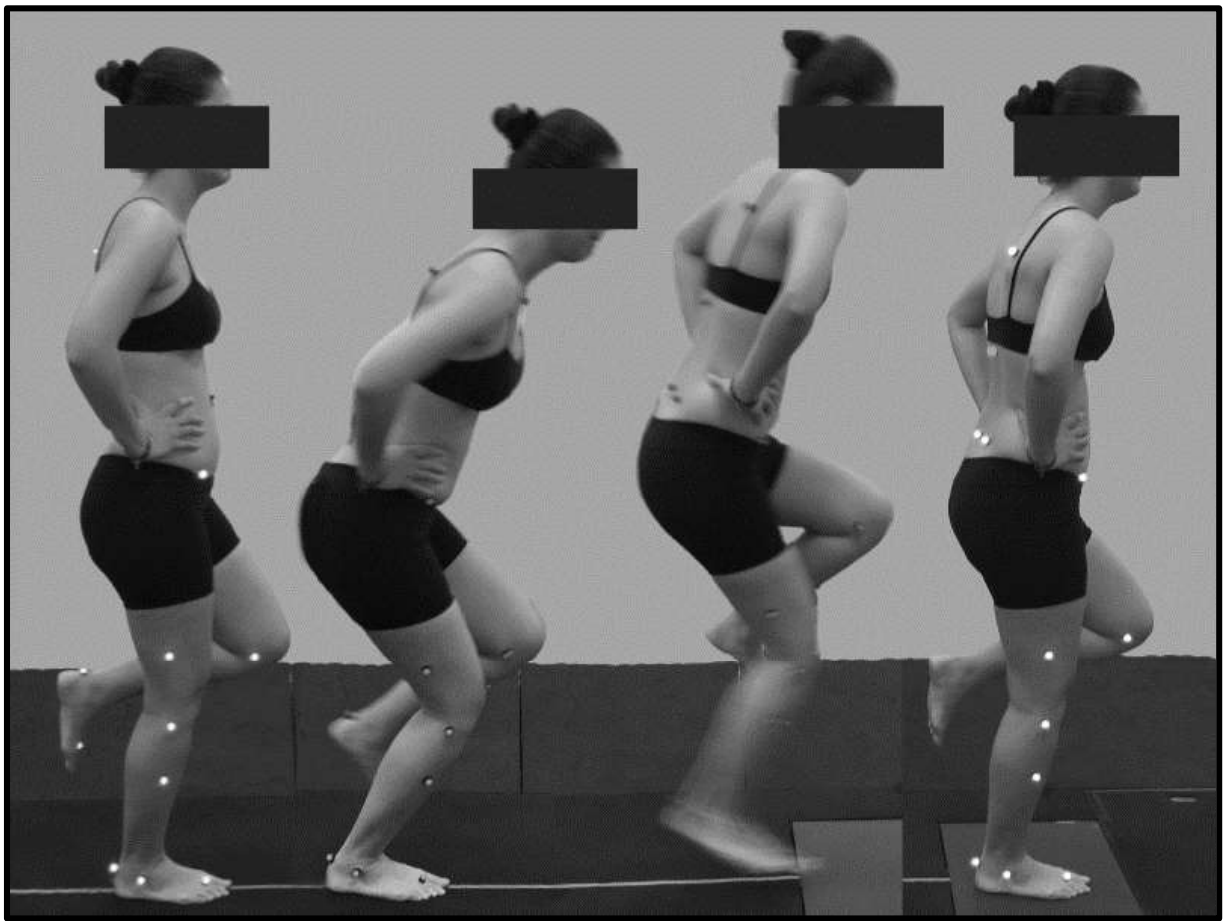


Figura 5. *Single-Leg Hop for Distance* (fase de aterrissagem)

4.5.2. Segundo dia

No segundo dia de coleta de dados, o torque muscular máximo dos músculos do joelho (i.e., extensores e flexores) e quadril (i.e., abdutores) foram avaliados durante contrações isométricas, concêntricas e excêntricas. Previamente à realização dos testes de torque máximo, os (as) participantes realizaram um aquecimento com 20 repetições para cada grupo muscular sem resistência externa no próprio dinamômetro isocinético. As avaliações foram conduzidas pelo mesmo avaliador, e a ordem dos grupos musculares foi randomizada (*coin toss*) previamente na frente do (a) participante.

Para os três tipos de contração (i.e., isométrica, concêntrica, excêntrica), os (as) participantes foram instruídos (as) a realizar uma contração da forma mais potente, forte e rápida possível (Maffiuletti *et al.*, 2016; Nunes, Barton e Serrão, 2018). Foi realizado um encorajamento verbal padronizado para que os (as) participantes atingissem a potência máxima, enquanto um feedback visual em tempo real da curva força-tempo esteve disponível durante a avaliação de todos os tipos de contrações (Maffiuletti *et al.*, 2016). Para a familiarização dos (as) participantes em relação ao teste isométrico, duas contrações máximas de seis segundos com um minuto de descanso foram realizadas. Após, três contrações máximas de seis segundos com um minuto de descanso foram coletadas (Nunes, Barton e Serrão, 2018). Para a familiarização dos (as) participantes em relação às contrações dinâmicas (i.e., concêntrica e excêntrica), duas séries, uma de cinco contrações máximas, e uma de duas contrações máximas, com um minuto de descanso, foram realizadas. Após, duas séries com cinco contrações máximas e com três minutos de descanso foram realizadas (Briani *et al.*, 2021). Em relação às contrações excêntricas, todos os testes foram realizados no modo recíproco. Nessa modalidade de teste isocinético, os (as) participantes realizaram movimentos ativos em ambas as direções. Para avaliar os músculos do joelho, os testes concêntricos e excêntricos foram realizados à velocidade angular de 60°/s e 30°/s, respectivamente (Amestoy *et al.*, 2021; Nakagawa *et al.*, 2011; Nunes, Barton e Serrão, 2020). Para avaliar os músculos do quadril, os testes concêntricos e excêntricos foram realizados à velocidade angular de 30°/s (Nakagawa *et al.*, 2011). Para corrigir a influência da gravidade durante a avaliação do torque, o membro avaliado foi pesado previamente a cada teste de acordo com as orientações da fabricante, e os resultados do teste foram corrigidos automaticamente pelo próprio software do dinamômetro.

Para a avaliação dos extensores e flexores de joelho, os (as) participantes permaneceram sentados (as), com 90° de flexão de quadril e joelho. O membro inferior avaliado, o tronco e o quadril foram estabilizados por meio de cintos de estabilização. O eixo de rotação do dinamômetro foi alinhado com o epicôndilo lateral do fêmur. O braço de alavanca - que aplicou resistência à porção distal da tíbia - foi ajustado conforme o comprimento da perna do (a) participante (Nakagawa *et al.*, 2011). O torque isométrico foi testado a 90° de flexão de joelho (Briani *et al.*, 2018). Ambos os testes concêntricos e excêntricos foram testados entre 20° a 90° de flexão de joelho (Nakagawa *et al.*, 2011)

Para a avaliação dos abdutores de quadril, os (as) participantes foram posicionados em decúbito lateral, com o membro inferior avaliado posicionado superiormente, de forma neutra (0° de flexão, abdução, rotação de quadril) e joelho estendido. O membro inferior contralateral não-avaliado se manteve flexionado (i.e., quadril e joelho), e estabilizado por meio de cintos, enquanto a estabilização do tronco ocorreu por meio de dois cintos não-elásticos. O eixo de rotação do dinamômetro foi alinhado medialmente à espinha ilíaca ântero-superior no nível do trocânter maior do membro avaliado (Ferreira *et al.*, 2019). O braço de alavanca aplicou resistência à face lateral da coxa distal superior ao côndilo femoral lateral (Ferreira *et al.*, 2019). Os sujeitos foram orientados a não dobrar os joelhos durante o teste. O torque isométrico foi testado a 20° de abdução de quadril (Nakagawa *et al.*, 2011). Ambos os testes concêntricos e excêntricos foram testados entre 0° (neutro) a 30° de abdução de quadril (Ferreira *et al.*, 2019). Apesar do teste excêntrico ser realizado em ambas as direções, apenas os valores de torques excêntricos dos abdutores de quadril foram utilizadas nas análises estatísticas.

Para a avaliação de cinesiofobia, os (as) participantes foram instruídos a responderem o questionário Escala Tampa. A escala de Tampa é um questionário de 17 itens, que avalia o

medo de lesão devido ao movimento (Souza, de *et al.*, 2008). Os (as) participantes foram orientados (as) a responder o quanto concordam com cada um dos 17 itens, e as classificações disponíveis são: (1) discordo totalmente, (2) discordo parcialmente, (3) concordo parcialmente, (4) concordo totalmente. As respostas são somadas, e o escore total reflete a quantidade de medo do (a) participante em se lesionar ou sentir dor executando movimentos. O escore total varia de 17 a 68, e quanto maior o escore, maior o medo (Souza, de *et al.*, 2008).

4.6. ANÁLISE DOS DADOS

4.6.1. *Dados biomecânicos*

A trajetória dos marcadores foi identificada, rotulada e os gaps foram preenchidos dentro do software ViconNexus® 2.9 (*Vicon Motion Systems Ltda.*). Um filtro *Woltring* com erro quadrado médio de 2 foi aplicado para reduzir o ruído vibratório que poderia surgir durante as trajetórias dos marcadores por conta do artefato de tecidos moles. O centro da articulação do joelho e tornozelo foram definidos como o ponto médio entre os epicôndilos mediais e laterais, e maléolos mediais e laterais respectivamente. O centro da articulação do quadril foi determinado pelo método descrito por Bell, Pedersen e Brand (Bell, Brand e Pedersen, 1989). Os ângulos de Euler foram calculados com base nas definições do sistema de coordenadas articular recomendadas pela Sociedade Internacional de Biomecânica relativo à calibração estática (Wu *et al.*, 2002). A cinemática do quadril, joelho e tornozelo foi calculada como o movimento do segmento distal em relação à referência proximal. Os ângulos do tronco foram calculados como o movimento do segmento em relação ao sistema de coordenadas do laboratório. Foram utilizadas equações de dinâmica inversa para calcular os momentos articulares resultantes, estabelecidos no sistema de coordenadas do segmento proximal, e normalizados para a massa corporal de cada participante.

Posteriormente, em ambiente MATLAB® (Versão R2023a; The MathWorks, Inc, Natick, MA), as variáveis biomecânicas (e.g., cinemáticas e cinéticas) de interesse foram calculadas. Todas as variáveis cinemáticas e cinéticas foram analisadas durante a fase de aterrissagem da tarefa de SLHD, a qual foi considerada o período entre o menor e o maior ângulo de flexão de joelho (Pollard, Sigward e Powers, 2010). As variáveis cinemáticas de interesse foram os picos de flexão e adução de quadril, flexão e abdução de joelho, flexão e abdução de tornozelo e flexão (e.g., planos sagital e frontal) de tronco. As variáveis cinéticas de interesse foram o pico dos momentos internos extensores de quadril, joelho e tornozelo e abdutores de joelho. O momento total de suporte (MTS) foi calculado com base na média das somas dos picos de momentos articulares internos do quadril, joelho e tornozelo das três tentativas de aterrissagem (Samaan *et al.*, 2017; Winter, 1980, 2005) no plano sagital. A proporção da contribuição de cada momento articular do quadril, joelho e tornozelo para o MTS foi obtida em porcentagem.

4.6.2. *Torque muscular máximo dos extensores e flexores de joelho e abdutores de quadril*

O torque muscular máximo dos extensores e flexores de joelho e abdutores de quadril durante contrações isométricas, concêntricas e excêntricas foram obtidos e normalizados pela massa corporal de cada participante ($[N.m / kg] * 100 = \% \text{ Massa corporal}$) (Ferreira *et al.*, 2019). A taxa de desenvolvimento do torque foi calculada dividindo o torque normalizado pela variação do tempo (em milissegundo) do início de cada contração até 30% e 60% dos torques máximos. Essas porcentagens foram escolhidas uma vez que a taxa de desenvolvimento do torque parece ser principalmente determinada pela capacidade de gerar uma ativação voluntária máxima na fase inicial de uma contração explosiva (primeiros 75ms) (Maffiuletti *et al.*, 2016).

O início da contração foi definido no momento em que o valor de torque atingiu 2% do valor máximo (Ferreira *et al.*, 2019; Maffiuletti *et al.*, 2016).

4.7. ANÁLISE ESTATÍSTICA

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o *software Statistical Software for Social Sciences* (IBM SPSS Statistics 20) com nível de significância de $p \leq ,05$. A normalidade de todos os desfechos foi testada usando o teste de Kolmogorov-Smirnov. Testes-*t* independentes foram utilizados para comparar os dados relacionados à dor (i.e., pior nível de dor na última semana, nível de dor atual e duração dos sintomas [em meses]) entre ambos os grupos DFP. O teste de Kruskal-Wallis foi utilizado para comparar os dados demográficos entre os grupos, visto que não houve distribuição normal dos dados. Modelos lineares generalizados (GzLM) foram utilizados para comparar variáveis clínicas e biomecânicas entre os grupos. Comparações pareadas entre os grupos foram realizadas com o *pós-hoc* Bonferroni. Distribuições linear, gama ou *tweedie* foram selecionadas com base na distribuição dos desfechos e no “*the best goodness of fit*”. Também foram calculados a média, desvio-padrão (DP), diferença média (DM), intervalos de confiança (IC) e tamanhos de efeito (*d* de Cohen). As diretrizes para interpretar o *d* de Cohen foram: efeito pequeno ($\geq ,20$), efeito moderado ($\geq ,50$), e efeito grande ($\geq ,80$) (Cohen, 1988).

5. RESULTADOS

Oitenta e dois participantes foram incluídos nesse estudo. Os participantes foram divididos em um dos quatro grupos de acordo com a presença de DFP e/ou histórico de traumas e/ou cirurgias no joelho: participantes com DFP traumática (DFP_T, $n=19$); atraumática (DFP_A, $n=18$); participantes assintomáticos com histórico de traumas no joelho (CTRL_T,

$n=15$), participantes assintomáticos sem histórico de traumas no joelho (CTRL_A, $n=30$) (Figura 6). Os tipos de traumas no joelho apresentados pelos indivíduos de ambos os grupos DFP_T e CTRL_T estão apresentados na Tabela 2.

Estatísticas descritivas para os dados demográficos estão apresentados na Tabela 3. Não foram encontradas diferenças significativas para a idade ($p = ,42$), massa corporal ($p = ,25$), altura ($p = ,08$) e IMC ($p = ,63$) entre os grupos avaliados.

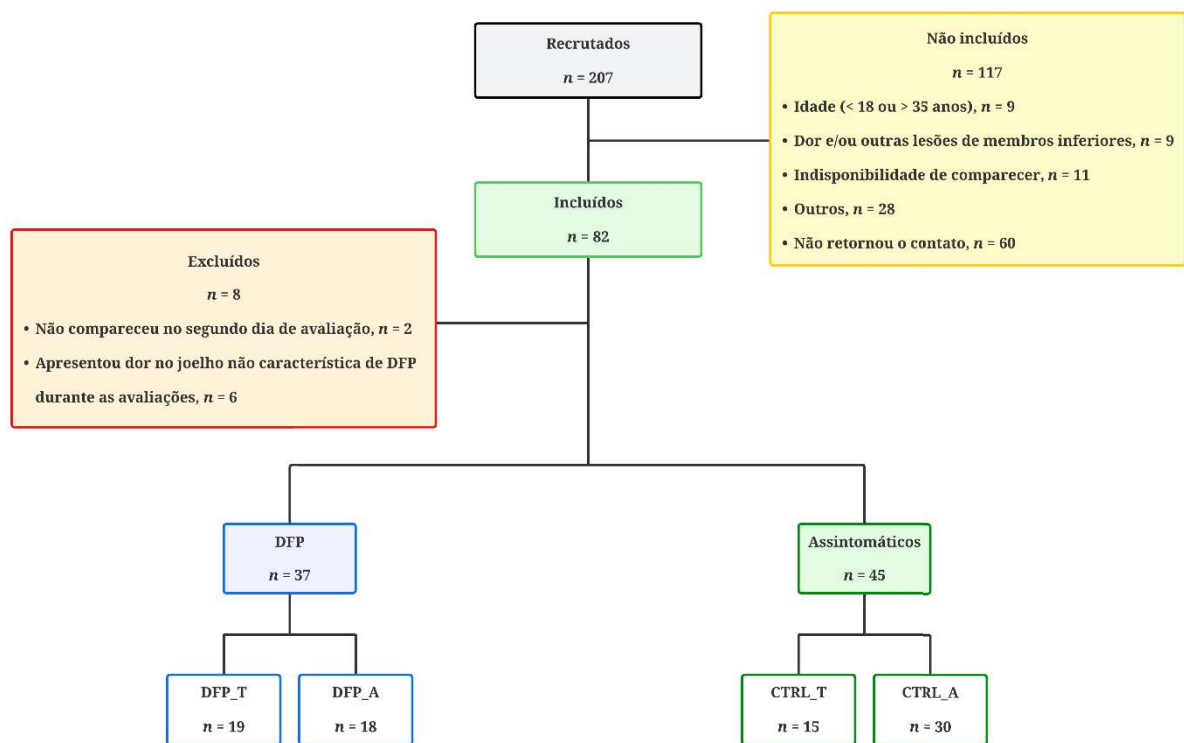


Figura 6. Fluxograma do estudo

Tabela 2. Tipos de traumas pregressos no joelho apresentados por indivíduos dos grupos DFP traumática e assintomáticos com histórico de traumas no joelho.

Tipos de traumas	DFP_T (n = 19)	CTRL_T (n = 15)
Lesão de menisco (%)	5 (26,32)	1 (6,67)
Queda com impacto direto (%)	5 (26,32)	5 (33)
Lesão parcial de LCA (%)	2 (10,53)	1 (6,67)
Entorse de joelho (%)	2 (10,53)	1 (6,67)
Luxação patelar (%)	2 (10,53)	N/A
Lesão completa de LCA (%)	1 (5,26)	2 (13,33)
Reconstrução de LCA (%)	1 (5,26)	5 (33)
Osgood-Schlatter (%)	1 (5,26)	N/A

Abreviações: %, percentagem; CTRL_T, controle traumático; DFP_T, dor femoropatelar traumática; LCA, ligamento cruzado anterior; N/A, não se aplica.

Tabela 3. Média, mediana, desvio padrão e intervalo interquartil para os dados demográficos e níveis de dor.

Variáveis		DFP_T	DFP_A	CTRL_T	CTRL_A	p
<i>Demográficas</i>						
N		19	18	15	30	N/A
Sexo	(mulheres, %)	13 (68,4)	15 (83,3)	4 (26,7)	14 (46,7)	N/A
	Média (DP)	23,84 (4,27)	23,17 (3,31)	23,67 (4,19)	23,03 (3,63)	
Idade (anos)	Mediana (IIQ)	23,00 (20,00-25,00)	23,00 (20,75-24,25)	25,00 (21,00-26,00)	22,00 (21,00-26,00)	,42
	Média (DP)	77,03 (17,74)	66,55 (16,42)	72,93 (12,45)	68,71 (13,42)	
Massa corporal (kg)	Mediana (IIQ)	71,80 (65,80-85)	63,65 (51,90-79,15)	69,80 (66,50-88,20)	68,65 (60,72-78,90)	,25
	Média (DP)	167,87 (7,71)	164,93 (6,58)	172,65 (9,97)	169,30 (8,31)	
Altura (cm)	Mediana (IIQ)	167,00 (162,00-176,00)	163,50 (160,37-170,75)	176,00 (164,00-182,00)	170,75 (162,75-175,12)	,08
	Média (DP)	27,32 (5,98)	24,33 (5,07)	24,47 (3,68)	23,80 (3,43)	
IMC (kg/m²)	Mediana (IIQ)	26,00 (23,00-31,00)	24,00 (19,75-28,00)	24,00 (22,00-27,00)	24,00 (20,00-27,00)	,63
	Sintomas bilaterais (n, %)	9 (47,4)	13 (72,2)	N/A	N/A	N/A

Abreviações: %, percentagem; cm, centímetros; CTRL_A, controle atraumático; CTRL_T, controle traumático; DFP_A, dor femoropatelar atraumática; DFP_T, dor femoropatelar traumática; DP, desvio-padrão; EVA, escala visual analógica; IIQ, intervalo interquartil; IMC, índice de massa corporal; Kg, quilos; m², metro quadrado; N/A, não se aplica.

5.1. CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS

Estatísticas descritivas para as medidas autorreportadas e desempenho no SLHD (i.e., função objetiva) estão apresentados na Tabela 4. Não foram encontradas diferenças significativas para o nível de dor atual (EVA) (DM: -1,05; IC 95%: -11,60, 9,49; $p = ,84$; $d = -,07$), o pior nível de dor na última semana (EVA) (DM: 12,30; IC 95%: -3,35, 27,96; $p = ,12$; $d = ,53$) e a duração dos sintomas (meses) (DM: 1,67; IC 95%: -27,82, 31,05; $p = ,12$; $d = ,04$) entre ambos os grupos DFP traumática e DFP atraumática.

Para a função subjetiva, foram identificadas diferenças significativas entre os grupos (Wald Chi-Square = 10,95; $p < ,0001$). As comparações *pós-hoc* revelaram que indivíduos com DFP traumática apresentam menor função subjetiva quando comparados a indivíduos com DFP atraumática (DM: -11,69; IC 95%: -17,76, -5,62; $p < ,0001$; $d = -1,67$), indivíduos assintomáticos com (DM: -23,65; IC 95%: -30,94, -20,11; $p = ,0001$; $d = -3,38$), e indivíduos assintomáticos sem (DM: -25,52; IC 95%: -30,03, -17,28; $p = ,0001$; $d = -3,65$) histórico de traumas no joelho. As comparações *pós-hoc* também revelaram que indivíduos com DFP atraumática apresentam menor função subjetiva quando comparado a indivíduos assintomáticos com (DM: -11,97; IC 95%: -18,42, -5,51; $p < ,0001$; $d = -1,71$) e sem (DM: -13,83; IC 95%: -19,34, -8,33; $p < ,0001$; $d = -1,98$) histórico de traumas no joelho.

Para o nível de atividade física, foram identificadas diferenças significativas entre os grupos (Wald Chi-Square = 10,29; $p = ,02$). As comparações *pós-hoc* revelaram que indivíduos assintomáticos com histórico de traumas no joelho apresentam maior nível de atividade física quando comparados a indivíduos com DFP atraumática (DM: 1,64; IC 95%: ,06, 3,22; $p = ,04$; $d = ,96$) e indivíduos assintomáticos sem histórico de traumas no joelho (DM: 1,53; IC 95%: ,11, 2,96; $p = ,04$; $d = ,91$). Por outro lado, os testes *pós-hoc* não revelaram diferenças

significativas em relação ao nível de atividade física de indivíduos com DFP traumática quando comparados a indivíduos de outros grupos.

Para cinesiofobia, foram identificadas tendências estatísticas (Wald Chi-Square = 8,57; $p = ,04$) para menores níveis em indivíduos com DFP traumática quando comparados a indivíduos com DFP atraumática (DM: 5,60; IC 95%: -,15, 11,35; $p = ,06$; $d = ,85$) e indivíduos assintomáticos sem histórico de traumas no joelho (DM: 4,89; IC 95%: -,24, 10,02; $p = ,07$; $d = ,74$), respectivamente.

Para a qualidade de vida, foram identificadas diferenças significativas entre os grupos para o componente físico (Wald Chi-Square = 16,32; $p = ,001$), mas não para o componente mental (Wald Chi-Square = 5,96; $p = ,114$). As comparações *pós-hoc* revelaram que o grupo DFP traumática apresentou pior percepção de sua saúde física quando comparado a indivíduos assintomáticos com (DM: -6,31; IC 95%: -12,10, -,51; $p = ,02$; $d = -,99$) e sem histórico de traumas no joelho (DM: -7,30; IC 95%: -12,21, -2,38; $p = ,001$; $d = -1,15$).

Para a função objetiva, foram identificadas diferenças significativas entre os grupos para a distância alcançada durante o SLHD (Wald Chi-Square = 8,79; $p = ,03$). Os testes *pós-hoc* revelaram que indivíduos com DFP traumática apresentaram menor função objetiva (i.e., distância alcançada) quando comparados a indivíduos assintomáticos com histórico de traumas no joelho (DM: -28,91; IC 95%: -57,06, -,76, $p = ,04$; $d = -,94$).

Tabela 4. Média e desvio padrão para as medidas autorreportadas, desempenho no SLHD.

Variáveis	DFP_T	DFP_A	CTRL_T	CTRL_A
<i>Autorreportadas</i>				
Nível de dor atual (mm)	8,95 (15,24)	10,00 (16,36)	N/A	N/A
Pior nível de dor na última semana (mm)	40,53 (20,94)	28,22 (25,84)	N/A	N/A
Duração dos sintomas (meses)	55,89 (33,95)	54,28 (52,73)	N/A	N/A
Função subjetiva (pontos)	73,47 (7,00) ^{b,c,d}	85,17 (7,00) ^{a,c,d}	97,13 (7,00) ^{a,b}	99,00 (7,00) ^{a,b}
Nível de atividade física (Baecke)	8,05 (1,71)	7,29 (1,71) ^c	8,93 (1,71) ^{b,d}	7,39 (1,70) ^c
Cinesiofobia (escala Tampa)	34,16 (6,63) ^{*§}	28,56 (6,63) [†]	29,60 (6,63)	29,27 (6,63) [¶]
Qualidade de vida (saúde física - SF-36)	50,53 (6,36) ^{c,d}	55,50 (6,36)	56,84 (6,36) ^a	57,83 (6,36) ^a
Qualidade de vida (saúde mental - SF-36)	44,05 (9,80)	40,36 (9,80)	47,92 (9,80)	46,22 (9,80)
<i>Single leg hop for distance test</i> ([cm/cm] * 100)	96,98 (30,86) ^c	109,70 (30,89)	125,89 (30,87) ^a	118,25 (30,89)

Nota: Os dados estão apresentados em média ± desvio padrão.

Abreviações e símbolos: cm, centímetros; CTRL_A, controle atraumático; CTRL_T, controle traumático; DFP_A, dor femoropatelar atraumática; DFP_T, dor femoropatelar traumática; mm, milímetros.

^a Representa diferença estatisticamente significante comparado ao grupo DFP_T.

^b Representa diferença estatisticamente significante comparado ao grupo DFP_A.

^c Representa diferença estatisticamente significante comparado ao grupo CTRL_T.

^d Representa diferença estatisticamente significante comparado ao grupo CTRL_A.

[†] Representa uma tendência estatística comparado ao grupo DFP_T ($p = ,06$).

^{*} Representa uma tendência estatística comparado ao grupo DFP_A ($p = ,06$).

[¶] Representa uma tendência estatística comparado ao grupo DPT_T ($p = ,07$).

[§] Representa uma tendência estatística comparado ao grupo CTRL_A ($p = ,07$).

5.2. CARACTERÍSTICAS CINEMÁTICAS E CINÉTICAS DURANTE A TAREFA DE ATERRISSAGEM

Estatísticas descritivas para os dados cinemáticos e cinéticos estão apresentadas na Tabela 4. Em relação à distância do salto durante a tarefa de aterrissagem, foram identificadas tendências estatísticas para menores distâncias alcançadas por indivíduos com DFP traumática (DM: -24,40; IC 95%: -50,12, 1,33; $p = ,07$; $d = -,88$) e atraumática (DM: -23,90; IC 95%: -49,92, 2,11; $p = ,09$; $d = -,86$) quando comparados a indivíduos com histórico de traumas no joelho.

5.2.1. Plano sagital

Foram identificadas diferenças significativas entre os grupos para o pico de flexão de joelho (Wald Chi-Square = 7,78; $p = ,05$) e de flexão de tronco (Wald Chi-Square = 9,80; $p = ,02$) durante a tarefa de aterrissagem. As comparações *pós-hoc* revelaram que indivíduos com DFP atraumática apresentam menores picos de flexão de joelho (DM: -7,22; IC 95%: -14,39, -,05; $p = ,05$; $d = -,72$) e de flexão de tronco (DM: -10,45; IC 95%: -19,52, -1,37; $p = ,01$; $d = -,90$) quando comparados a indivíduos assintomáticos sem histórico de traumas no joelho. Entretanto, os testes *pós-hoc* não revelaram diferenças significativas em relação aos picos de flexão de joelho e de flexão de tronco de indivíduos com DFP traumática quando comparados a indivíduos de outros grupos. Não foram identificadas diferenças significativas para os picos de flexão de quadril (Wald Chi-Square = 5,17; $p = ,16$) e de dorsiflexão de tornozelo (Wald Chi-Square = 5,26; $p = ,15$) entre os grupos durante a tarefa de aterrissagem.

Foram identificadas diferenças significativas entre os grupos para as magnitudes dos momentos extensores de quadril (Wald Chi-Square = 13,48; $p = ,004$) e de joelho (Wald Chi-

Square = 9,22; $p = ,02$). As análises *pós-hoc* revelaram que indivíduos com DFP traumática apresentam menores magnitudes dos momentos extensores de quadril (DM: -2,67; IC 95%: -4,65, -0,68; $p = ,002$; $d = -,87$) e de joelho (DM: -1,00; IC 95%: -1,94, -,05; $p = ,03$; $d = -,93$) quando comparados a indivíduos com DFP atraumática. Em contrapartida, não houve diferenças significantes para a magnitude do momento extensor de tornozelo entre os grupos durante a fase de aterrissagem.

Foram identificadas diferenças significativas entre os grupos para o MTS durante a tarefa de aterrissagem (Wald Chi-Square = 12,34; $p = ,006$). As comparações *pós-hoc* revelaram que os indivíduos com DFP traumática desempenham a tarefa de aterrissagem com menores valores de MTS quando comparado a indivíduos com DFP atraumática (DM: -4,05; IC 95%: -7,36, -,73; $p = ,008$; $d = -1,07$). Em termos de contribuições articulares relativas ao MTS, a proporção da contribuição articular do tornozelo foi significativamente diferente entre os grupos (Wald Chi-Square = 9,14; $p = ,03$). As análises *pós-hoc* demonstraram que indivíduos com DFP traumática realizam a aterrissagem com maior contribuição articular do tornozelo ao MTS quando comparados a indivíduos assintomáticos sem histórico de traumas no joelho (DM: 4,82; IC 95%: ,68, 8,96; $p = ,01$, $d = ,91$). Por outro lado, não foram identificadas diferenças significativas entre os grupos para as proporções de contribuição articular do quadril (Wald Chi-Square = 1,20; $p = ,75$) e joelho (Wald Chi-Square = 1,20; $p = ,75$) relativos ao MTS.

5.2.2. Plano frontal

Foram identificadas diferenças significativas entre os grupos para os picos de adução de quadril (Wald Chi-Square = 7,38; $p = ,06$) e de abdução de joelho (Wald Chi-Square = 9,05; $p = ,03$). As comparações *pós-hoc* demonstraram que indivíduos com DFP traumática apresentam maior pico de adução de quadril quando comparado a indivíduos assintomáticos sem histórico

de traumas no joelho (DM: 2,84; IC 95%: ,02, 5,63; $p = ,05$; $d = ,79$). As comparações *pós-hoc* também revelaram que indivíduos com DFP atraumática apresentam maior pico de abdução de joelho quando comparados a indivíduos assintomáticos com histórico de traumas no joelho (DM: -6,11; IC 95%: -12,20, -,03; $p = ,05$; $d = -,93$). Em contrapartida, os testes *pós-hoc* não revelaram diferenças significativas em relação aos picos de abdução de joelho de indivíduos com DFP traumática quando comparados a indivíduos de outros grupos. Não foram identificadas diferenças significativas entre os grupos para os picos de abdução de tornozelo (Wald Chi-Square = 5,64; $p = ,13$) e de inclinação lateral de tronco (Wald Chi-Square = 2,80; $p = ,42$).

Foram identificadas diferenças significativas entre os grupos para a magnitude do momento abdutor de joelho (Wald Chi-Square = 17,92; $p < ,0001$). As comparações *pós-hoc* demonstraram que indivíduos com DFP traumática apresentaram menor magnitude do momento abdutor de joelho quando comparados a indivíduos com DFP atraumática (DM: -,97; IC 95%: -1,69, -,25; $p = ,002$; $d = -1,19$), assintomáticos com (DM: -,77; IC 95%: -1,49, -,05; $p = ,03$; $d = -1,03$), e sem histórico de traumas no joelho (DM: -,54; IC 95%: -1,07, -,008; $p = ,04$; $d = -,74$).

Tabela 5. Média e desvio padrão para os dados cinemáticos e cinéticos nos planos sagital e frontal.

Variáveis	DFP_T	DFP_A	CTRL_T	CTRL_A
Distância do salto durante a tarefa de aterrissagem (cm)	94,72 (25,45)	95,21 (25,54)	119,12 (30,25)	111,14 (28,70)
<i>Plano sagital</i>				
Pico de flexão de quadril (°)	52,57 (10,29)	46,85 (10,27)	54,52 (10,26)	50,51 (10,30)
Pico de flexão de joelho (°)	46,70 (9,11)	44,10 (9,08) ^d	49,02 (9,10)	51,32 (9,09) ^b
Pico de dorsiflexão de tornozelo (°)	21,35 (5,75)	19,61 (5,77)	22,86 (5,77)	19,40 (5,78)
Pico de flexão de tronco (°)	22,87 (11,51)	16,68 (11,50) ^d	25,60 (11,50)	27,13 (11,50) ^b
Pico do momento extensor de quadril (Nm/Kg)	3,26 (1,55) ^b	5,93 (2,80) ^a	4,21 (1,98)	4,30 (2,03)
Pico do momento extensor de joelho (Nm/kg)	1,91 (0,84) ^b	2,91 (1,27) ^a	2,54 (1,08)	2,43 (1,04)
Pico do momento plantiflexor de tornozelo (Nm/kg)	1,80 (0,63)	2,23 (0,76)	2,23 (0,78)	1,71 (0,60)
Momento total de suporte (Nm/kg)	7,05 (2,83) ^b	11,10 (4,53) ^a	9,11 (3,72)	9,35 (3,81)
Proporção de contribuição do quadril (%)	45,63 (8,75)	47,49 (8,75)	46,20 (8,75)	48,20 (8,75)
Proporção de contribuição do joelho (%)	27,37 (7,70)	28,20 (7,70)	29,03 (7,70)	29,62 (7,70)
Proporção de contribuição do tornozelo (%)	27,10 (5,31) ^d	24,32 (5,35)	24,80 (5,35)	22,18 (5,31) ^a
<i>Plano frontal</i>				
Pico de adução de quadril (°)	6,01 (3,62) ^d	4,20 (3,61)	3,70 (3,60)	3,18 (3,62) ^a
Pico de abdução de joelho (°)	7,17 (6,58)	6,06 (6,58) ^c	12,17 (6,58) ^b	9,92 (6,57)
Pico de abdução de tornozelo (°)	8,62 (2,79)	7,42 (2,80)	9,09 (2,79)	9,35 (2,79)
Pico de inclinação lateral de tronco (°)	6,13 (4,97)	4,45 (4,97)	6,08 (4,96)	6,75 (4,93)
Pico do momento abdutor de joelho (Nm/kg)	1,33 (0,56) ^{b,c,d}	2,30 (1,02) ^a	2,10 (0,93) ^a	1,87 (0,82) ^a

Nota: Os dados estão apresentados em média ± desvio padrão.

Abreviações e símbolos: cm, centímetros; CTRL_A, controle atraumático; CTRL_T, controle traumático; DFP_A, dor femoropatelar atraumática; DFP_T, dor femoropatelar traumática; kg, quilos; mm, milímetros; N.m, Newtons * metro; °, graus; %, percentagem.

^a Representa diferença estatisticamente significativa comparado ao grupo DFP_T.

^b Representa diferença estatisticamente significativa comparado ao grupo DFP_A.

^c Representa diferença estatisticamente significativa comparado ao grupo CTRL_T.

^d Representa diferença estatisticamente significativa comparado ao grupo CTRL_A.

5.3. CARACTERÍSTICAS DE CAPACIDADE MUSCULAR

As estatísticas descritivas da capacidade muscular (e.g., pico de torque e taxa de desenvolvimento de torque) dos extensores de joelho, flexores de joelho e abdutores de quadril estão apresentados na Tabela 5.

5.3.1. *Extensores de joelho*

Foram identificadas diferenças significativas entre os grupos para o pico do torque isométrico dos extensores de joelho (Wald Chi-Square = 15,70; $p = ,001$). As comparações *pós-hoc* demonstraram que indivíduos com DFP traumática (DM: -69,31; IC 95%: -127,37, -11,25, $p = ,01$; $d = -1,09$) e DFP atraumática (DM: -76,05; IC 95%: -134,82, -17,29, $p = ,004$; $d = -1,19$) apresentam menor torque isométrico dos extensores de joelho quando comparados a indivíduos assintomáticos com histórico de traumas. Não foram identificadas diferenças significativas para as taxas de desenvolvimento a 30% (Wald Chi-Square = 4,91; $p = ,18$) e 60% (Wald Chi-Square = 6,07; $p = ,10$) do torque isométrico máximo dos extensores de joelho entre os grupos.

Foram identificadas diferenças significativas entre os grupos para o pico e taxas de desenvolvimento do torque concêntrico (i.e., até 30% e 60% do torque máximo) dos extensores de joelho (Wald Chi-Square = 11,45; $p = ,010$), (Wald Chi-Square = 13,45; $p = ,004$), (Wald Chi-Square = 12,06; $p = ,007$). As comparações *pós-hoc* demonstraram que indivíduos com DFP atraumática apresentam menor torque concêntrico (DM: -53,61; IC 95%: -102,36, -4,86, $p = ,02$; $d = -1,01$) e menores taxas de desenvolvimento a 30% (DM: -1,19; IC 95%: -2,05, -,32, $p = ,002$; $d = -,67$) e 60% (DM: -,77; IC 95%: -1,36, -,18, $p = ,003$; $d = -,66$) do torque concêntrico máximo dos extensores de joelho quando comparados a indivíduos assintomáticos

com histórico de traumas no joelho. Contudo, as análises *pós-hoc* não demonstraram diferenças significativas para o pico, nem para as taxas de desenvolvimento do torque concêntrico (i.e., até 30% e 60% do torque máximo) dos extensores de joelho de indivíduos com DFP traumática quando comparados a indivíduos de outros grupos.

Foram identificadas diferenças significativas entre os grupos para o pico e taxas de desenvolvimento do torque excêntrico (i.e., até 30% e 60% do torque máximo) dos extensores de joelho (Wald Chi-Square = 19,11; $p < ,000$), (Wald Chi-Square = 15,64; $p = ,001$), (Wald Chi-Square = 14,76; $p = ,002$). As análises *pós-hoc* demonstraram que indivíduos com DFP traumática apresentam menor torque excêntrico dos extensores de joelho quando comparados a indivíduos assintomáticos sem histórico de traumas no joelho (DM: -54,07; IC 95%: -107,84, -,29; $p = ,05$; $d = -,78$). As comparações *pós-hoc* também demonstraram que indivíduos com DFP atraumática apresentam menor torque excêntrico (DM: -78,78; IC 95%: -142,90, -14,65; $p = ,007$; $d = -1,10$) e menores taxas de desenvolvimento a 30% (DM: -1,23; IC 95%: -2,06, -,41; $p < ,0001$; $d = -1,39$) e 60% (DM: -,90; IC 95%: -1,52, -,27; $p = ,001$; $d = -1,33$) do torque excêntrico máximo dos extensores de joelho quando comparados a indivíduos assintomáticos com histórico de traumas no joelho; e menor torque excêntrico máximo dos extensores de joelho quando comparados a indivíduos assintomáticos sem histórico de traumas no joelho (DM: -76,41; IC 95%: -131,09, -21,72; $p = ,001$; $d = -1,13$). Por outro lado, as análises *pós-hoc* não demonstraram diferenças significativas para as taxas de desenvolvimento do torque excêntrico (i.e., até 30% e 60% do torque máximo) dos extensores de joelho de indivíduos com DFP traumática quando comparados a indivíduos de outros grupos.

5.3.2. Flexores de joelho

Foram identificadas diferenças significativas entre os grupos para o pico e taxas de desenvolvimento do torque isométrico (i.e., até 30% e 60% do torque máximo) dos flexores de joelho entre os grupos (Wald Chi-Square = 13,19; $p = ,004$), (Wald Chi-Square = 12,84; $p = ,005$), (Wald Chi-Square = 12,11; $p = ,007$). As comparações *pós-hoc* demonstraram que indivíduos com DFP traumática (DM: -27,58; IC 95%: -54,01, -1,15, $p = ,03$; $d = -,95$) e DFP atraumática (DM: -32,48; IC 95%: -59,54, -5,73, $p = ,008$; $d = -1,12$) apresentam menor torque isométrico dos flexores de joelho quando comparados a indivíduos assintomáticos com histórico de traumas no joelho. As comparações *pós-hoc* também revelaram que indivíduos com DFP atraumática apresentam menores taxas de desenvolvimento a 30% (DM: -,94; IC 95%: -1,63, -,24; $p = ,002$; $d = -1,28$) e 60% (DM: -,42; IC 95%: -,76, -,09; $p = ,004$; $d = -1,17$) do torque isométrico máximo dos flexores de joelho quando comparados a indivíduos assintomáticos com histórico de traumas no joelho. Por outro lado, as análises *pós-hoc* não demonstraram diferenças significativas para as taxas de desenvolvimento de torque isométrico (i.e., até 30% e 60% do torque máximo) dos flexores de joelho de indivíduos com DFP traumática quando comparados a indivíduos de outros grupos.

Foram identificadas diferenças significativas para o pico e taxas de desenvolvimento do torque concêntrico (i.e., até 30% e 60% do torque máximo) dos flexores de joelho entre os grupos (Wald Chi-Square = 12,78; $p = ,005$), (Wald Chi-Square = 17,19; $p = ,001$), (Wald Chi-Square = 13,16; $p = ,004$). As comparações *pós-hoc* demonstraram que indivíduos com DFP traumática (DM: -30,47; IC 95%: -59,62, -1,33; $p = ,035$; $d = -,98$) e indivíduos com DFP atraumática (DM: -32,33; IC 95%: -61,62, -3,04; $p = ,022$; $d = -1,04$) apresentam menor torque concêntrico dos flexores de joelho quando comparados a indivíduos assintomáticos com

histórico de traumas no joelho. As comparações *pós-hoc* também revelaram que indivíduos com DFP atraumática apresentam menores taxas de desenvolvimento a 30% (DM: -,71; IC 95%: -1,16, -,26; $p < ,0001$; $d = -1,45$) e 60% (DM: -,41; IC 95%: -,70, -,11; $p = ,002$; $d = -1,27$) do torque concêntrico máximo dos flexores de joelho quando comparados a indivíduos assintomáticos com histórico de traumas no joelho. Por outro lado, as análises *pós-hoc* não demonstraram diferenças significativas para as taxas de desenvolvimento de torque concêntrico (i.e., até 30% e 60% do torque máximo) dos flexores de joelho de indivíduos com DFP traumática quando comparados a indivíduos de outros grupos.

Foram identificadas diferenças significativas para a taxa de desenvolvimento de torque excêntrico até 60% do torque máximo entre os grupos (Wald Chi-Square = 8,66; $p = ,034$). As análises *pós-hoc* demonstraram que indivíduos com DFP atraumática apresentam menores taxas de desenvolvimento de torque a 60% do torque excêntrico máximo dos flexores de joelho quando comparados a indivíduos assintomáticos com histórico de traumas no joelho (DM: -,40; IC 95%: -,77, -,03; $p = ,02$; $d = -1,01$). Por outro lado, as análises *pós-hoc* não identificaram diferenças significativas na taxa de desenvolvimento de torque excêntrico até 60% do torque máximo de indivíduos com DFP traumática quando comparados a indivíduos de outros grupos. Também foram identificadas tendências estatísticas para menor pico de torque excêntrico dos flexores de joelho em indivíduos com DFP atraumática quando comparados a indivíduos assintomáticos com histórico de traumas no joelho (DM: 32,86; IC 95%: -68,32, 2,80. $p = ,09$; $d = -,85$). Não foram identificadas diferenças significativas para o pico, nem para a taxa de desenvolvimento de torque excêntrico até 30% do torque máximo entre os grupos (Wald Chi-Square = 5,36; $p = ,15$).

5.3.3. Abdutores de quadril

Foram identificadas diferenças significativas entre os grupos para o pico e taxas de desenvolvimento de torque (i.e., até 30% e 60% do torque máximo) isométrico dos abdutores de quadril (Wald Chi-Square = 12,39; $p = ,006$), (Wald Chi-Square = 8,37; $p = ,04$), (Wald Chi-Square = 8,50; $p = ,04$). As comparações *pós-hoc* demonstraram que indivíduos com DFP atraumática apresentam menor torque isométrico dos abdutores de quadril quando comparados a indivíduos assintomáticos com (DM: -31,43; IC 95%: -59,61, -3,26; $p = ,02$; $d = -1,03$) e sem (DM: -24,27; IC 95%: -48,30, -,25; $p = ,05$; $d = -,79$) histórico de traumas no joelho. Além disso, as análises *pós-hoc* também revelaram que indivíduos com DFP atraumática apresentam menores taxas de desenvolvimento a 30% (DM: -,49; IC 95%: -,95, -,02; $p = ,03$; $d = -,97$) e 60% (DM: -,27; IC 95%: -,52, -,02; $p = ,03$; $d = -,98$) do torque isométrico máximo dos abdutores de quadril quando comparados a indivíduos assintomáticos com histórico de traumas no joelho. Por outro lado, as análises *pós-hoc* não identificaram diferenças significativas para o pico, nem para a taxa de desenvolvimento de torque isométrico (i.e., até 30% e 60% do torque máximo) dos abdutores de quadril de indivíduos com DFP traumática quando comparados a indivíduos de outros grupos.

Foram identificadas diferenças significativas entre os grupos para o pico e taxas de desenvolvimento de torque concêntrico (i.e., até 30% e 60% do torque máximo) dos abdutores de quadril (Wald Chi-Square = 17,29; $p = ,001$), (Wald Chi-Square = 8,85; $p = ,03$), (Wald Chi-Square = 11,09; $p = ,01$). As comparações *pós-hoc* demonstraram que indivíduos com DFP atraumática apresentam menor torque concêntrico dos abdutores de quadril quando comparados a indivíduos assintomáticos com (DM: -43,14; IC 95%: -79,19, -7,09; $p = ,01$; $d = -1,13$) e sem (DM: -38,53; IC 95%: -67,93, -9,13; $p = ,003$; $d = -,98$) histórico de traumas no joelho. Além

disso, as análises *pós-hoc* também revelaram que indivíduos com DFP atraumática apresentam menores taxas de desenvolvimento a 30% (DM: -,49; IC 95%: -,97, -,0007; $p = ,05$; $d = -,92$) e 60% (DM: -,42; IC 95%: -,77, -,07; $p = ,008$; $d = -1,13$) do torque isométrico máximo dos abdutores de quadril quando comparados a indivíduos assintomáticos com histórico de traumas no joelho. Por outro lado, as análises *pós-hoc* não identificaram diferenças significativas para o pico, nem para a taxa de desenvolvimento de torque concêntrico (i.e., até 30% e 60% do torque máximo) dos abdutores de quadril de indivíduos com DFP traumática quando comparados a indivíduos de outros grupos.

Foram identificadas diferenças significativas entre os grupos para o pico do torque excêntrico de abdutores de quadril (Wald Chi-Square = 14,60; $p = ,002$). As comparações *pós-hoc* demonstraram que indivíduos com DFP atraumática apresentam menor torque excêntrico dos abdutores de quadril quando comparados a indivíduos assintomáticos com (DM: -56,64; IC 95%: -100,33, -12,96; $p = ,004$; $d = -1,20$) e sem (DM: -41,01; IC 95%: -78,27, -3,75; $p = ,02$; $d = -,87$) histórico de traumas no joelho. Por outro lado, as análises *pós-hoc* não identificaram diferenças significativas para o pico excêntrico máximo dos abdutores de quadril de indivíduos com DFP traumática quando comparados a indivíduos de outros grupos. Não foram identificadas diferenças significativas para as taxas de desenvolvimento de torque excêntrico (i.e., até 30% e 60% do torque máximo) dos abdutores de quadril entre os grupos.

Tabela 5. Média e desvio padrão para os dados da capacidade muscular (e.g., torque máximo e taxa de desenvolvimento do torque).

Extensores de joelho		DFP_T	DFP_A	CTRL_T	CTRL_A
<i>Torque máximo ([N.m.kg⁻¹].100)</i>					
Isométrico		242,05 (63,73) ^c	235,31 (63,72) ^c	311,40 (63,71) ^{a,b}	279,00 (63,70)
Concêntrico		226,01 (52,85)	212,79 (52,82) ^c	266,40 (52,87) ^b	252,23 (52,85)
Excêntrico		241,54 (69,52) ^d	219,20 (69,52) ^{c,d}	298,00 (69,52) ^b	295,61 (69,52) ^{a,b}
<i>Taxa de desenvolvimento do torque ([N.m.kg⁻¹].100/ms)</i>					
Isométrico	TDT _{30%}	3,07 (1,39)	2,97 (1,40)	3,97 (1,39)	3,40 (1,42)
	TDT _{60%}	1,84 (0,79)	1,74 (0,81)	2,40 (0,81)	2,01 (0,77)
Concêntrico	TDT _{30%}	2,68 (0,92)	2,23 (0,93) ^c	3,41 (0,93) ^b	2,85 (0,93)
	TDT _{60%}	2,02 (0,61)	1,62 (0,64) ^c	2,39 (0,62) ^b	2,03 (0,60)
Excêntrico	TDT _{30%}	2,21 (0,87)	1,72 (0,89) ^c	2,96 (0,89) ^b	2,28 (0,88)
	TDT _{60%}	1,73 (0,65)	1,35 (0,68) ^c	2,24 (0,66) ^b	1,86 (0,66)
Flexores de joelho					
<i>Torque máximo ([N.m.kg⁻¹].100)</i>					
Isométrico		132,49 (28,99) ^c	127,58 (29,01) ^c	160,07 (29,01) ^{a,b}	147,00 (29,01)
Concêntrico		105,91 (28,51) ^c	104,05 (28,13) ^c	136,40 (34,47) ^{a,b}	124,12 (32,10)
Excêntrico		163,00 (38,45)	158,93 (38,44)	191,78 (27,19)	179,33 (54,33)
<i>Taxa de desenvolvimento do torque ([N.m.kg⁻¹].100/ms)</i>					
Isométrico	TDT _{30%}	1,85 (0,74)	1,41 (0,72) ^c	2,34 (0,74) ^b	1,92 (0,71)
	TDT _{60%}	1,12 (0,36)	0,94 (0,36) ^c	1,36 (0,36) ^b	1,19 (0,36)
Concêntrico	TDT _{30%}	1,34 (0,49)	1,02 (0,49) ^c	1,73 (0,49) ^b	1,36 (0,49)
	TDT _{60%}	0,92 (0,32)	0,76 (0,32) ^c	1,16 (0,32) ^b	0,96 (0,32)
Excêntrico	TDT _{30%}	1,65 (0,56)	1,36 (0,55)	1,80 (0,54)	1,59 (0,55)
	TDT _{60%}	1,13 (0,39)	0,96 (0,38) ^c	1,36 (0,39) ^b	1,19 (0,38)
Abdutores de quadril					
<i>Torque máximo ([N.m.kg⁻¹].100)</i>					
Isométrico		97,23 (30,55)	89,63 (30,55) ^{c,d}	121,06 (30,55) ^b	113,90 (30,55) ^b
Concêntrico		146,77 (36,71)	135,29 (34,54) ^{c,d}	178,44 (42,50) ^b	173,82 (41,68) ^b
Excêntrico		171,15 (47,38)	152,14 (47,35) ^{c,d}	208,80 (47,37) ^b	193,15 (47,38) ^b
<i>Taxa de desenvolvimento do torque ([N.m.kg⁻¹].100/ms)</i>					
Isométrico	TDT _{30%}	1,05 (0,50)	0,89 (0,50) ^c	1,38 (0,50) ^b	1,17 (0,50)
	TDT _{60%}	0,67 (0,28)	0,54 (0,28) ^c	0,81 (0,28) ^b	0,72 (0,28)
Concêntrico	TDT _{30%}	1,14 (0,52)	1,00 (0,51) ^c	1,48 (0,50) ^b	1,34 (0,49)
	TDT _{60%}	0,91 (0,38)	0,80 (0,37) ^c	1,22 (0,38) ^b	1,01 (0,38)
Excêntrico	TDT _{30%}	1,36 (0,52)	1,04 (0,51)	1,41 (0,50)	1,36 (0,49)
	TDT _{60%}	0,99 (0,31)	0,77 (0,30)	1,03 (0,31)	1,01 (0,33)

Nota: Os dados estão apresentados em média ± desvio padrão.

Abreviações e símbolos: cm, centímetros; CTRL_A, controle atraumático; CTRL_T, controle traumático; DFP_A, dor femoropatelar atraumática; DFP_T, dor femoropatelar traumática; kg, quilos; mm, milímetros; N.m, Newtons-metro; °, graus; %, percentagem.

^a Representa diferença estatisticamente significativa comparado ao grupo DFP_T.

^b Representa diferença estatisticamente significativa comparado ao grupo DFP_A.

^c Representa diferença estatisticamente significativa comparado ao grupo CTRL_T.

^d Representa diferença estatisticamente significativa comparado ao grupo CTRL_A.

6. DISCUSSÃO

O objetivo desse estudo foi comparar as características clínicas e biomecânicas de indivíduos com DFP traumática em relação a indivíduos com DFP atraumática e indivíduos assintomáticos com ou sem histórico de traumas no joelho. Nesse sentido, foi encontrado que indivíduos com DFP traumática apresentam pior função autorreportada (i.e., subjetiva), indicativos de pior cinesiofobia e menor demanda no joelho no plano frontal quando comparados a indivíduos com DFP atraumática e assintomáticos no geral. A descoberta mais notável desse estudo é que indivíduos com DFP traumática apresentam menor MTS do membro inferior afetado, seguida por diminuições nas magnitudes dos momentos extensores de quadril e joelho quando comparados a indivíduos com DFP atraumática. Quando comparados aos grupos assintomáticos, indivíduos com DFP traumática apresentam pior qualidade de vida (i.e., componente físico), capacidade funcional e aumentos na cinemática frontal do quadril e reduções na força dos extensores e flexores de joelho. Portanto, em conjunto, esses achados sugerem que indivíduos com DFP traumática devem ser avaliados e tratados de maneira individualizada e específica.

Ao contrário do que era esperado, não houve diferenças significativas para os níveis de dor entre ambos os grupos DFP, nem para menores níveis de atividade física no grupo DFP traumática quando comparado aos outros grupos. Sabe-se que a ocorrência de traumas, lesões e/ou cirurgias no joelho está associada a níveis consideráveis de dor anterior no joelho (Kanamoto *et al.*, 2015; Kartus *et al.*, 1999; Price, Jones e Allum, 2000; Sachs *et al.*, 1989). Porém, os resultados desse estudo demonstram que a presença de um componente traumático não agravou a intensidade dos sintomas da DFP. Além disso, em oposição a estudos prévios (Culvenor *et al.*, 2016; Kartus *et al.*, 1999), não houve reduções nos níveis autorreportados de

atividade física no grupo DFP traumática quando comparados aos outros grupos. Esses resultados sugerem que apesar da presença dos sintomas, indivíduos com DFP traumática se mantêm fisicamente ativos. É possível ainda, que esse achado possa estar relacionado com a ausência de prejuízos no aspecto mental da qualidade de vida identificada nesses indivíduos.

O grupo DFP traumática apresentou menor função autorreportada comparado aos outros três grupos, e menor capacidade funcional e pior qualidade de vida (i.e, aspectos físicos) comparado aos grupos assintomáticos no geral. Estes últimos achados indicam que os comprometimentos na função objetiva (e.g., distância saltada) e na qualidade de vida sejam tão relevantes quanto aos observados na DFP atraumática (Briani *et al.*, 2021; Coburn *et al.*, 2018). Diversos estudos demonstram que indivíduos acometidos pela DFP se sentem funcionalmente incapacitados quando comparados a assintomáticos (Albuquerque, de *et al.*, 2022; Baellow *et al.*, 2020; Briani *et al.*, 2021; Ferrari *et al.*, 2018; Ferreira *et al.*, 2019; Zamboti *et al.*, 2021). Portanto, o achado de que o grupo DFP traumática apresentou pior função subjetiva que o grupo DFP atraumática sugere que o fator trauma possa agravar ainda mais essa percepção de incapacidade no joelho. Vale ressaltar que uma pior função subjetiva prediz piores prognósticos na DFP atraumática (Lankhorst *et al.*, 2016), o que talvez se estenda à DFP traumática, e por isso, deve ser investigado em estudos futuros.

Os indivíduos com DFP traumática apresentaram indicativos de maior cinesiofobia quando comparados a indivíduos com DFP atraumática ($p = ,06$; efeito grande) e assintomáticos sem traumas no joelho ($p = ,07$; efeito moderado). O fato do grupo DFP traumática ter apresentado uma pontuação média na Escala Tampa (i.e., $34,16 \pm 6,63$) próxima à pontuação considerada como ponto de corte (e.g., 37) para cinesiofobia (Vlaeyen *et al.*, 1995) pode explicar esses achados. Sabe-se que maiores níveis de cinesiofobia estão relacionados a maiores

intensidades de dor e pior função subjetiva na DFP (Pazzinatto *et al.*, 2022). Como não houve diferenças nos níveis de dor entre os grupos DFP, é possível que os níveis leves a moderados dos sintomas apresentados por ambos os grupos não tenha repercutido negativamente para a cinesiofobia. Não obstante, como apenas o grupo DFP traumática apresentou indicativos para maior cinesiofobia, é possível que o trauma pregresso no joelho também possa repercutir negativamente para um maior de se lesionar ou sentir dor durante movimentos.

No que tange às características biomecânicas, o presente estudo demonstrou que o grupo DFP traumática não apresentou diferenças significativas para o padrão de movimento (e.g., cinemática) no plano sagital, em comparação aos outros grupos. No entanto, foram demonstrados menores momentos articulares (i.e., quadril e joelho) e menor MTS em indivíduos com DFP traumática quando comparados aos seus pares atraumáticos. Esses achados indicam que esses indivíduos podem ter apresentado menor produção de forças musculares durante a tarefa de aterrissagem. É provável que a redução dos momentos articulares citada anteriormente esteja relacionada com efeitos subsequentes comuns às lesões e/ou cirurgias no joelho de indivíduos com DFP traumática como a inibição muscular artrogênica (IMA), por exemplo (Sonnery-Cottet *et al.*, 2022).

De um modo geral, a IMA pode ser causada por danos aos mecanorreceptores articulares. Estes danos podem acarretar em uma aferência articular anormal que diminui a excitabilidade de neurônios espinhais responsáveis por controlar a ativação muscular (Cervero, Schaible e Schmidt, 1991; Schaible e Schmidt, 1983). Sabe-se que condições dolorosas por si só também podem levar ao efeito de IMA na articulação do joelho (DeAndrade, Grant e Dixon, 1965; Spencer, Hayes e Alexander, 1984). Nesse sentido, é razoável questionar se em casos como a condição clínica de indivíduos com DFP traumática, pode existir um efeito acumulativo

do trauma à presença de dor no joelho. Logo, é possível que a ocorrência dos traumas prévios no joelho desses indivíduos possa ter levado à IMA, comprometendo assim, a capacidade muscular durante tarefas funcionais, e também justificando os déficits na função subjetiva e objetiva. No entanto, infelizmente não foram coletados dados de ativação muscular para suportar essas hipóteses, e nem o caráter transversal deste estudo permite inferir relação de causalidade.

O presente estudo ilustrou que não foram observadas diferenças significativas para os torques máximos (e.g., extensores, flexores e abdutores) entre os grupos DFP; porém, ambos os grupos apresentaram diminuições quando comparados aos grupos assintomáticos. De modo geral, esses achados indicam déficits de torques máximos nos grupos DFP, o que corrobora os achados de estudos prévios (Amestoy *et al.*, 2021; Briani *et al.*, 2021; Nunes, Barton e Serrão, 2018). A redução dos momentos extensores de quadril e joelho observadas em indivíduos com DFP traumática demonstra maiores déficits na produção de força muscular durante a tarefa de aterrissagem, o que não ficou evidente na comparação do torque muscular máximo entre os grupos DFP. Esses achados paradoxais podem ser explicados devido aos diferentes constructos mensurados a partir de cada avaliação (i.e., SLHD vs. torque isocinético). A avaliação do torque isocinético é realizada a partir de condições controladas (e.g., velocidade angular, segmentos corporais estabilizados, torque avaliado isoladamente) (Fisher, 2006). Por outro lado, o desempenho no SLHD depende de habilidades de equilíbrio, controle motor e boa função muscular da cadeia cinética como um todo (Araujo, Nascimento e Felício, 2023). Logo, o SLHD pôde identificar deficiências neuromusculares não perceptíveis no dinamômetro isocinético, como por exemplo a maior adução de quadril e menor momento abdutor interno do

joelho observados em indivíduos com DFP traumática em comparação aos indivíduos assintomáticos.

6.1. LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Esse estudo apresenta algumas limitações que devem ser destacadas. Devido ao caráter transversal desse estudo, não é possível inferir relações de causalidade entre as alterações identificadas e a presença de DFP traumática nos indivíduos com essa desordem. Além disso, a análise dos parâmetros cinemáticos e cinéticos ocorreu durante a tarefa de aterrissagem, a qual pode não ser representativa de uma atividade funcional comum à população geral. Entretanto, esse tipo de tarefa tem sido frequentemente usada para impor maiores cargas na articulação femoropatelar (Rossom, van *et al.*, 2018; Sritharan *et al.*, 2022), e assim auxiliar na identificação de possíveis alterações biomecânicas relacionadas aos membros inferiores. Embora o estresse femoropatelar tenha sido utilizado para calcular o tamanho amostral, essa variável não foi considerada na presente dissertação, porém será incluída futuramente. O tamanho da amostra apresentada pode ter limitado o poder estatístico das comparações de alguns desfechos clínicos (e.g., cinesiofobia) e de capacidade muscular (e.g., torque máximo de abdutores de quadril e taxas de desenvolvimento do torque). Ademais, é possível que as análises relacionadas aos parâmetros biomecânicos possam sofrer alguma influência de fatores como sexo e a distância do salto; no entanto, o controle dessas variáveis não foi realizado para essa dissertação, mas certamente será explorado futuramente.

6.2. PERSPECTIVAS FUTURAS

Os resultados apresentados nessa dissertação são ainda preliminares, mas representam os primeiros passos na caracterização de indivíduos com DFP traumática em termos clínicos e

biomecânicos. Existem algumas considerações a serem realizadas que serão incorporadas para a produção de manuscritos advindos dessa dissertação.

Por conta de alguns imprevistos que influenciaram na coleta e no processamento dos dados, não houve tempo hábil para apresentar análises de toda a amostra coletada (i.e., 135 indivíduos). No entanto, o processamento e as análises de dados restantes já estão sob andamento e pretende-se incorporá-los o mais breve possível.

Assim como o estresse femoropatelar, houve outras variáveis (e.g., impulsos dos momentos articulares, picos e *loading rate* da força vertical de reação do solo) que não foram incluídas para as análises nessa dissertação, mas futuramente serão incorporadas na caracterização de indivíduos com DFP traumática. Além disso, vale ressaltar que a possível influência do sexo e da distância do salto nos parâmetros biomecânicos avaliados nesse estudo será explorada nos modelos estatísticos futuramente, e, portanto, considerada para a produção dos manuscritos advindos dessa dissertação.

Por último, as análises das variáveis biomecânicas foram baseadas em parâmetros discretos (i.e., pico) durante um ponto específico (i.e., pico de flexão de joelho) da tarefa de aterrissagem, o que pode limitar a compreensão das alterações biomecânicas identificadas em indivíduos com DFP traumática. Nesse sentido, para ampliar o entendimento sobre os comprometimentos apresentados por esses indivíduos, pretende-se utilizar análises das séries temporais das variáveis biomecânicas, por meio da análise *Statistical Parametric Mapping* (SPM).

7. CONCLUSÃO

De modo geral, indivíduos com sintomas de DFP associados ao histórico de lesões e/ou cirurgias no joelho apresentam uma pior condição clínica, indicativos de maior cinesiofobia e maiores comprometimentos biomecânicos quando comparados a indivíduos com DFP sem histórico de traumas no joelho. Esses achados parecem ser sugestivos de efeitos acumulativos dos traumas aos sintomas de DFP, e indicam que indivíduos com DFP traumática possam representar um subgrupo característico da DFP. Nesse sentido, recomenda-se que indivíduos com DFP traumática sejam avaliados e tratados de forma específica.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, C. E. DE *et al.* The influence of iliotibial tract thickness on clinical outcomes in women with patellofemoral pain. **The Knee**, v. 39, p. 319–324, dez. 2022.

AMESTOY, J. *et al.* Patellofemoral pain after arthroscopy: muscle atrophy is not everything. **Orthopaedic Journal of Sports Medicine**, v. 9, n. 6, 2021.

ARAÚJO, S. G.; NASCIMENTO, L. R.; FELÍCIO, L. R. Functional tests in women with patellofemoral pain: Which tests make a difference in physical therapy evaluation. **The Knee**, v. 42, p. 347–356, 2023.

AUGUSTSSON, J. *et al.* Single-leg hop testing following fatiguing exercise: reliability and biomechanical analysis. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v. 16, n. 2, p. 111–120, abr. 2006.

BAECKE, J. A.; BUREMA, J.; FRIJTERS, J. E. A short questionnaire for the measurement of habitual physical activity in epidemiological studies. **The American Journal of Clinical**

Nutrition, v. 36, n. 5, p. 936–942, 1982.

BAELLOW, A. *et al.* Lower extremity biomechanics during a drop-vertical jump and muscle strength in women with patellofemoral pain. **Journal of Athletic Training**, v. 55, n. 6, p. 615–622, 2020.

BALDON, R. DE M. *et al.* Effects of functional stabilization training on pain, function, and lower extremity biomechanics in women with patellofemoral pain: a randomized clinical trial. **The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy**, v. 44, n. 4, p. 240–251, 2014.

BARTON, C. J. *et al.* REPORT-PFP: a consensus from the International Patellofemoral Research Network to improve REPORTing of quantitative PatelloFemoral Pain studies. **British Journal of Sports Medicine**, v. 55, n. 20, p. 1135–1143, 14 jun. 2021.

BELL, A. L.; BRAND, R. A.; PEDERSEN, D. R. Prediction of hip joint centre location from external landmarks. **Human Movement Science**, v. 8, n. 1, p. 3–16, fev. 1989.

BIJLSMA, J. W.; BERENBAUM, F.; LAFEBER, F. P. J. G. Osteoarthritis: an update with relevance for clinical practice. **The Lancet**, v. 377, n. 9783, p. 2115–2126, 2011.

BOLGLA, L. A.; KESKULA, D. R. Reliability of lower extremity functional performance tests. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, v. 26, n. 3, p. 138–142, 1997.

BRIANI, R. V. *et al.* Quadriceps neuromuscular function in women with patellofemoral pain: Influences of the type of the task and the level of pain. **PLOS ONE**, v. 13, n. 10, p. e0205553, 2018.

____. Knee flexor strength and rate of torque development deficits in women with patellofemoral pain are related to poor objective function. **Gait & Posture**, v. 83, p. 100–106,

jan. 2021.

CAPIN, J. J.; SNYDER-MACKLER, L. The current management of patients with patellofemoral pain from the physical therapist's perspective. **Annals of Joint**, v. 3, p. 40, maio 2018.

CERVERO, F.; SCHAIBLE, H.-G.; SCHMIDT, R. F. Tonic descending inhibition of spinal cord neurones driven by joint afferents in normal cats and in cats with an inflamed knee joint. **Experimental Brain Research**, v. 83, n. 3, fev. 1991.

COBURN, S. L. *et al.* Quality of life in individuals with patellofemoral pain: A systematic review including meta-analysis. **Physical Therapy in Sport**, v. 33, p. 96–108, 2018.

COHEN, J. Statistical power analysis for the behavioral sciences. **New York Routledge**, v. 2, 1988.

COLLINS, N. J. *et al.* Prevalence of radiographic and magnetic resonance imaging features of patellofemoral osteoarthritis in young and middle-aged adults with persistent patellofemoral pain. **Arthritis Care & Research**, v. 71, n. 8, p. 1068–1073, 2019.

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, jun. 2012.

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. Is patellofemoral osteoarthritis a common sequela of patellofemoral pain? **British Journal of Sports Medicine**, v. 48, n. 6, p. 409–410, 25 mar. 2014.

CROSSLEY, K. M. *et al.* 2016 Patellofemoral pain consensus statement from the 4th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Manchester. Part 1: Terminology, definitions, clinical examination, natural history, patellofemoral osteoarthritis and patient-reported outcome m. **British Journal of Sports Medicine**2, v. 50, n. 14, p. 839–843, 2016.

CULVENOR, A. G. *et al.* Early knee osteoarthritis is evident one year following anterior cruciate ligament reconstruction: a magnetic resonance imaging evaluation. **Arthritis & Rheumatology**, v. 67, n. 4, p. 946–955, 2015.

____. Predictors and effects of patellofemoral pain following hamstring-tendon ACL reconstruction. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 19, n. 7, p. 518–523, 2016.

CULVENOR, A. G. *et al.* Anterior knee pain following anterior cruciate ligament reconstruction does not increase the risk of patellofemoral osteoarthritis at 15- and 20-year follow-ups. **Osteoarthritis and Cartilage**, v. 25, n. 1, p. 30–33, 2017.

CULVENOR, A. G. *et al.* Prevalence of knee osteoarthritis features on magnetic resonance imaging in asymptomatic uninjured adults: a systematic review and meta-analysis. **British Journal of Sports Medicine**, v. 53, n. 20, p. 1268–1278, 2019.

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

DEANDRADE, J. R.; GRANT, C.; DIXON, A. S. J. Joint distension and reflex muscle inhibition in the knee. **The Journal of Bone & Joint Surgery**, v. 47, n. 2, p. 313–322, 1965.

DINGENEN, B. *et al.* Test–retest reliability and discriminative ability of forward, medial and

rotational single-leg hop tests. **The Knee**, v. 26, n. 5, p. 978–987, out. 2019.

DOMENECH, J. *et al.* Influence of kinesiophobia and catastrophizing on pain and disability in anterior knee pain patients. **Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy**, v. 21, n. 7, p. 1562–1568, 2013.

DYE, S. F. Functional morphologic features of the human knee: an evolutionary perspective. **Clinical Orthopaedics & Related Research**, n. 410, p. 19–24, maio 2003.

DYE, S. F. The pathophysiology of patellofemoral pain. **Clinical Orthopaedics and Related Research**, n. 436, p. 100–110, jul. 2005.

ELM, E. VON *et al.* The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies. **Journal of Clinical Epidemiology**, v. 61, n. 4, p. 344–349, 2008.

FERRARI, D. *et al.* Higher pain level and lower functional capacity are associated with the number of altered kinematics in women with patellofemoral pain. **Gait & Posture**, v. 60, p. 268–272, 2018.

FERREIRA, A. S. *et al.* Impaired isometric, concentric, and eccentric rate of torque development at the hip and knee in patellofemoral pain. **Journal of Strength and Conditioning Research**, n. 25, p. 28–34, 2019.

FISHER, A. L. Models of Sarcopenia. *In*: CONN, P. M. (Ed.). . **Handbook of Models for Human Aging**. [s.l.] Elsevier, 2006. p. 1041–1075.

FITZGERALD, G. K. *et al.* Hop tests as predictors of dynamic knee stability. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, v. 31, n. 10, p. 588–597, out. 2001.

FROBELL, R. B. Change in cartilage thickness, posttraumatic bone marrow lesions, and joint fluid volumes after acute ACL disruption. **The Journal of Bone & Joint Surgery**, v. 93, n. 12, p. 1096–1103, jun. 2011.

GADEA, F. *et al.* Knee pain after anterior cruciate ligament reconstruction: evaluation of a rehabilitation protocol. **European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology**, v. 24, n. 5, p. 789–795, 2014.

GLAVIANO, N. R. *et al.* Improvements in lower-extremity function following a rehabilitation program with patterned electrical neuromuscular stimulation in females with patellofemoral pain: A randomized controlled trial. **Journal of Sport Rehabilitation**, v. 29, n. 8, p. 1075–1085, 2020.

____. Living well (or not) with patellofemoral pain: A qualitative study. **Physical Therapy in Sport**, v. 56, p. 1–7, jul. 2022.

GLAVIANO, N. R.; BAELLOW, A.; SALIBA, S. Physical activity levels in individuals with and without patellofemoral pain. **Physical Therapy in Sport**, v. 27, p. 12–16, 2017.

GOODFELLOW, J.; HUNGERFORD, D.; WOODS, C. Patello-femoral joint mechanics and pathology. 2. Chondromalacia patellae. **The Journal of Bone and Joint Surgery. British volume**, v. 58, n. 3, p. 291–299, ago. 1976.

GUNEY, H. *et al.* Correlation between quadriceps to hamstring ratio and functional outcomes in patellofemoral pain. **The Knee**, v. 23, n. 4, p. 610–615, ago. 2016.

HEIJDEN, R. A. VAN DER *et al.* Exercise for treating patellofemoral pain syndrome. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, 2015.

HO, K.-Y. *et al.* Selective atrophy of the vastus medialis: does it exist in women with nontraumatic patellofemoral pain? **The American Journal of Sports Medicine**, v. 49, n. 3, p. 700–705, 26 mar. 2021.

INSALL, J.; FALVO, K. A.; WISE, D. W. Chondromalacia patellae. A prospective study. **The Journal of Bone and Joint Surgery**, v. 58, n. 1, p. 1–8, 1976.

JÄRVELÄ, T.; KANNUS, P.; JÄRVINEN, M. Anterior knee pain 7 years after an anterior cruciate ligament reconstruction with a bone-patellar tendon-bone autograft. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v. 10, n. 4, p. 221–227, 2000.

KANAMOTO, T. *et al.* Anterior knee symptoms after double-bundle ACL reconstruction with hamstring tendon autografts: an ultrasonographic and power Doppler investigation. **Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy**, v. 23, n. 11, p. 3324–3329, 1 nov. 2015.

KANNUS, P. *et al.* Computerized recording of visits to an outpatient sports clinic. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 15, n. 1, p. 79–85, 23 jan. 1987.

KARTUS, J. *et al.* Complications following arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction. A 2-5-year follow-up of 604 patients with special emphasis on anterior knee pain. **Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy**, v. 7, n. 1, p. 2–8, 1999.

KUJALA, U. M. *et al.* Scoring of patellofemoral disorders. **Arthroscopy**, v. 9, n. 2, p. 159–163, 1993.

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.

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

MAFFIULETTI, N. A. *et al.* Rate of force development: physiological and methodological considerations. **European Journal of Applied Physiology**, v. 116, n. 6, p. 1091–1116, 2016.

MARKSTRÖM, J. L.; TENGMAN, E.; HÄGER, C. K. Side-hops challenge knee control in the frontal and transversal plane more than hops for distance or height among ACL-reconstructed individuals. **Sports Biomechanics**, v. 22, n. 1, p. 142–159, jan. 2023.

MASON, J. J. *et al.* Patellofemoral joint forces. **Journal of Biomechanics**, v. 41, n. 11, p. 2337–2348, ago. 2008.

MATTHEWS, M. *et al.* Does foot mobility affect the outcome in the management of patellofemoral pain with foot orthoses versus hip exercises? A randomised clinical trial. **British Journal of Sports Medicine**, v. 54, n. 23, p. 1416–1422, 2020.

MCHORNEY, C. A. *et al.* The MOS 36-item Short-Form Health Survey (SF-36): III. Tests of data quality, scaling assumptions, and reliability across diverse patient groups. **Medical Care**, v. 32, n. 1, p. 40–66, 1994.

MCHORNEY, C. A.; WARE JR., J. E.; RACZEK, A. E. The MOS 36-Item Short-Form Health Survey (SF-36): II. Psychometric and clinical tests of validity in measuring physical and mental health constructs. **Medical Care**, v. 31, n. 3, p. 247–263, 1993.

MIDDELKOOP, M. VAN *et al.* Knee complaints seen in general practice: active sport participants versus non-sport participants. **BMC Musculoskeletal Disorders**, v. 9, n. 1, p. 36, 19 dez. 2008.

NAKAGAWA, T. H. *et al.* Relationship among eccentric hip and knee torques, symptom severity and functional capacity in females with patellofemoral pain syndrome. **Physical Therapy in Sport**, v. 12, n. 3, p. 133–139, 2011.

NUNES, G. S. *et al.* Clinical test for diagnosis of patellofemoral pain syndrome: Systematic review with meta-analysis. **Physical Therapy in Sport**, v. 14, n. 1, p. 54–59, fev. 2013.

____. People with patellofemoral pain have impaired functional performance, that is correlated to hip muscle capacity. **Physical Therapy in Sport**, v. 40, p. 85–90, 2019.

NUNES, G. S.; BARTON, C. J.; SERRÃO, F. V. Hip rate of force development and strength are impaired in females with patellofemoral pain without signs of altered gluteus medius and maximus morphology. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 21, n. 2, p. 123–128, 2018.

NUNES, G. S.; BARTON, C. J.; SERRÃO, F. V. Impaired knee muscle capacity is correlated with impaired sagittal kinematics during jump landing in women with patellofemoral pain. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 2020.

OUTERBRIDGE, R. E. The aetiology of chondromalacia patellae. **The Journal of Bone and Joint Surgery. British volume**, v. 43- B, p. 752–757, 1961.

PAZZINATTO, M. F. *et al.* Fear of movement and (re)injury is associated with condition specific outcomes and health-related quality of life in women with patellofemoral pain. **Physiotherapy Theory and Practice**, v. 38, n. 9, p. 1254–1263, 2 set. 2022.

PETSCHNIG, R.; BARON, R.; ALBRECHT, M. The relationship between isokinetic quadriceps strength test and hop tests for distance and one-legged vertical jump test following anterior cruciate ligament reconstruction. **The Journal of Orthopaedic and Sports Physical**

Therapy, v. 28, n. 1, p. 23–31, 1998.

PINCZEWSKI, L. A. *et al.* A 10-year comparison of anterior cruciate ligament reconstructions with hamstring tendon and patellar tendon autograft. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 35, n. 4, p. 564–574, 1 abr. 2007.

POLLARD, C. D.; SIGWARD, S. M.; POWERS, C. M. Limited hip and knee flexion during landing is associated with increased frontal plane knee motion and moments. **Clinical Biomechanics**, v. 25, n. 2, p. 142–146, fev. 2010.

POWERS, C. M. *et al.* Patellofemoral pain: proximal, distal, and local factors—2nd international research retreat. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, v. 42, n. 6, p. A1–A54, jun. 2012.

____. 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, dez. 2017.

PRICE, A. J.; JONES, J.; ALLUM, R. Chronic traumatic anterior knee pain. **Injury**, v. 31, n. 5, p. 373–378, 2000.

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

PRIORE, L. B. *et al.* Influence of kinesiphobia and pain catastrophism on objective function in women with patellofemoral pain. **Physical Therapy in Sport**, v. 35, p. 116–121, 2019.

REIS, A. C. DOS *et al.* Kinematic and kinetic analysis of the single-leg triple hop test in women with and without patellofemoral pain. **The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy**, v. 45, n. 10, p. 799–807, 2015.

ROCHA, D. S. *et al.* The Baecke Habitual Physical Activity Questionnaire (BHPAQ): a valid internal structure of the instrument to assess healthy Brazilian adults. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v. 68, n. 7, p. 912–916, jul. 2022.

ROSSOM, S. VAN *et al.* Knee joint loading in healthy adults during functional exercises: implications for rehabilitation guidelines. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, v. 48, n. 3, p. 162–173, mar. 2018.

SAAVEDRA, M. Á. *et al.* Clinical anatomy of the knee. **Reumatología Clínica**, v. 8, p. 39–45, dez. 2012.

SACHS, R. A. *et al.* Patellofemoral problems after anterior cruciate ligament reconstruction. **The American journal of sports medicine**, v. 17, n. 6, p. 760–765, 1989.

SAMAAN, M. A. *et al.* Abnormal joint moment distributions and functional performance during sit-to-stand in femoroacetabular impingement patients. **PM&R**, v. 9, n. 6, p. 563–570, jun. 2017.

SANDOW, M. J.; GOODFELLOW, J. W. The natural history of anterior knee pain in adolescents. **The Journal of bone and joint surgery**, v. 67, n. 1, p. 36–38, 1985.

SCHAIBLE, H. G.; SCHMIDT, R. F. Responses of fine medial articular nerve afferents to passive movements of knee joints. **Journal of Neurophysiology**, v. 49, n. 5, p. 1118–1126, 1 maio 1983.

SMITH, B. E. *et al.* Incidence and prevalence of patellofemoral pain: A systematic review and meta-analysis. **PLOS ONE**, v. 13, n. 1, p. e0190892, 2018.

SONNERY-COTTET, B. *et al.* Arthrogenic muscle inhibition following knee injury or surgery: Pathophysiology, classification, and treatment. **Video Journal of Sports Medicine**, v. 2, n. 3, p. 263502542210862, 23 maio 2022.

SOUZA, F. S. DE *et al.* Psychometric testing confirms that the brazilian-portuguese adaptations, the original versions of the fear-avoidance beliefs questionnaire, and the tampa scale of kinesiophobia have similar measurement properties. **Spine**, v. 33, n. 9, p. 1028–1033, abr. 2008.

SPENCER, J. D.; HAYES, K. C.; ALEXANDER, I. J. Knee joint effusion and quadriceps reflex inhibition in man. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 65, n. 4, p. 171–177, 1984.

SRITHARAN, P. *et al.* Patellofemoral and tibiofemoral joint loading during a single-leg forward hop following ACL reconstruction. **Journal of Orthopaedic Research**, v. 40, n. 1, p. 159–169, 30 jan. 2022.

STATHOPULU, E.; BAILDAM, E. Anterior knee pain: a long-term follow-up. **Rheumatology**, v. 42, n. 2, p. 380–382, 1 fev. 2003.

SU, F. *et al.* Cartilage morphology and T1ρ and T2 quantification in ACL-reconstructed knees: a 2-year follow-up. **Osteoarthritis and Cartilage**, v. 21, n. 8, p. 1058–1067, ago. 2013.

TAFT, C.; KARLSSON, J.; SULLIVAN, M. Do SF-36 summary component scores accurately summarize subscale scores? **Quality of life research**, v. 10, n. 5, p. 395–404,

2001.

TAUNTON, J. E. *et al.* A retrospective case-control analysis of 2002 running injuries. **British Journal of Sports Medicine**, v. 36, n. 2, p. 95–101, 1 abr. 2002.

VASCONCELOS, G. S. DE *et al.* Adding muscle power exercises to a strength training program for people with patellofemoral pain: protocol of a randomized controlled trial. **Trials**, v. 22, n. 1, p. 777, 2021.

VLAEYEN, J. W. S. *et al.* The role of fear of movement/(re)injury in pain disability. **Journal of Occupational Rehabilitation**, v. 5, n. 4, p. 235–252, dez. 1995.

WAITEMAN, M. C. *et al.* Relationship between knee abduction moment with patellofemoral jointreaction force, stress and self-reported pain during stair descent in women with patellofemoral pain. **Clinical Biomechanics**, v. 59, p. 110–116, 2018.

WILLY, R. W. *et al.* Patellofemoral Pain. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, v. 49, n. 9, p. CPG1–CPG95, set. 2019.

WINTER, D. A. Overall principle of lower limb support during stance phase of gait. **Journal of Biomechanics**, v. 13, n. 11, p. 923–927, jan. 1980.

WINTER, D. A. **Biomechanics and motor control of human movement**. 3rd. ed. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc., 2005.

WU, G. *et al.* ISB recommendation on definitions of joint coordinate system of various joints for the reporting of human joint motion—part I: ankle, hip, and spine. **Journal of Biomechanics**, v. 35, n. 4, p. 543–548, abr. 2002.

YAMAGUCHI, G. T.; ZAJAC, F. E. A planar model of the knee joint to characterize the

knee extensor mechanism. **Journal of Biomechanics**, v. 22, n. 1, p. 1–10, jan. 1989.

ZAMBOTI, C. L. *et al.* Impaired performance of women with patellofemoral pain during functional tests. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 25, n. 2, p. 156–161, mar. 2021.

ZHANG, Y. *et al.* Knee cartilage change within 5 years after aclr using hamstring tendons with preserved tibial-insertion: A prospective randomized controlled study based on magnetic resonance imaging. **Journal of Clinical Medicine**, v. 11, n. 20, p. 6157, 19 out. 2022.

APÊNDICE 01 – OUTRAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Durante o período do mestrado, o candidato desenvolveu outras atividades que auxiliaram para sua formação acadêmica e profissional. A seguir, estarão destacadas as principais atividades.

O candidato ingressou no mestrado em abril de 2021, tornando-se bolsista da Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) em maio desse mesmo ano. Em setembro de 2022, o candidato encerrou a vigência de sua bolsa CAPES em agosto de 2022, porque foi contemplado com uma bolsa FAPESP com início de vigência em setembro do mesmo ano. O candidato cursou e foi aprovado em nove disciplinas oferecidas pelo Programa de Pós-Graduação, totalizando 28 créditos, e obtendo conceito A em todas elas. Além disso, o candidato também realizou estágio docência na disciplina “Cinesiologia I”.

Em relação às produções durante o período do mestrado, o candidato tem conduzido uma revisão sistemática (PROSPERO: CRD42020176052) relacionada à força, morfologia e flexibilidade dos isquiotibiais em indivíduos com desordens de joelho ou submetidos à cirurgia no joelho. Para o desenvolvimento dessa revisão sistemática, o candidato conta com as colaborações do Dr. David Bazett-Jones e Dr. Neal Glaviano. Por ser um estudo extenso, os resultados foram divididos em diferentes manuscritos. Atualmente, um manuscrito se encontra submetido no periódico “*Journal of Sport and Health Science*”, e um segundo manuscrito ainda se encontra na etapa de análise dos dados. A condução desse tipo de estudo contribui para que o candidato possa adquirir maior conhecimento sobre diversos tipos de desordens de joelho, bem como diferentes desenhos de estudos (e.g., transversais, longitudinais e clínicos).

O candidato também participou como coautor de dois manuscritos derivados de pesquisas desenvolvidas dentro do grupo de pesquisa: (i) “*Knee flexor strength, rate of torque development and flexibility in women and men with patellofemoral pain: Relationship with pain and the performance in the single leg bridge test*”, publicado na *Physical Therapy in Sport* (fator de impacto 2,92); “*Group- and sex-related differences in psychological and pain processing factors in people with and without patellofemoral pain: correlation with clinical outcomes*”, publicado na *BMC Musculoskeletal Disorders* (fator de impacto 2,56).

Quanto à participação de eventos científicos, o candidato participou e apresentou um trabalho no “XXVIII Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica” que ocorreu no formato online, e no “XX Congresso Brasileiro de Biomecânica” que ocorreu em Bauru-SP, tendo um trabalho publicado nos anais do evento.

Em relação à formação complementar, o candidato realizou alguns cursos de curta-duração, sendo esses: (i) “Introdução à *Statistical Parametric Mapping* na análise de dados em biomecânica” oferecido no XX Congresso Brasileiro de Biomecânica em Bauru-SP; (ii) “Oficina de escrita: planejando, preparando e submetendo artigos científicos” e (iii) “Rigor, reproducibility and data management in nonclinical research” oferecidos no XXVIII Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica de formato online, e (iv) Formação em Pilates realizado em Presidente Prudente-SP.

Atualmente, o candidato está tendo envolvido diretamente na supervisão de um aluno de Iniciação Científica, o qual foi contemplado com uma bolsa PIBIC, e cujo o projeto está sob processo de análise pela FAPESP. Por fim, recentemente o candidato atuou como revisor em um manuscrito para o periódico “*Physical Therapy in Sport*”.