



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA**

PAULA JOÃO FRANCISCO VENTURINI

**DOR, SONO, EXERCÍCIO E EDUCAÇÃO NA OSTEOARTRITE DE JOELHO:
UMA ABORDAGEM INTEGRADA COM ANÁLISE TRANSVERSAL, ESTUDO
DE VIABILIDADE E ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO**

**São Carlos
Julho de 2025**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA

**DOR, SONO, EXERCÍCIO E EDUCAÇÃO NA OSTEOARTRITE DE JOELHO:
UMA ABORDAGEM INTEGRADA COM ANÁLISE TRANSVERSAL, ESTUDO
DE VIABILIDADE E ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO**

Versão definitiva da tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Fisioterapia na Área de Concentração Processos de Avaliação e Intervenção em Fisioterapia. Projeto desenvolvido com apoio da CAPES.

DISCENTE

Paula João Francisco Venturini

ORIENTADORA

Profª. Dra Stella Márcia Mattiello

Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos

SÃO CARLOS

2025

APOIO FINANCEIRO Este trabalho foi realizado com apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Código de Financiamento 001.

Folha de aprovação



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia

Folha de Aprovação

Defesa de Tese de Doutorado da candidata Paula João Francisco Venturini, realizada em 31/07/2025.

Comissão Julgadora:

Profa. Dra. Stela Marcia Mattiello (UFSCar)

Profa. Dra. Josimari Melo de Santana (UFS)

Prof. Dr. Renan Alves Resende (UFMG)

Profa. Dra. Paula Rezende Camargo (UFSCar)

Profa. Dra. Paula Regina Mendes da Silva Serrão (UFSCar)

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia.

Dedico esta tese a ***Wilson Sérgio Venturini*** (*in memoriam*), meu pai, que tanta falta me faz. Enquanto estava entre nós, muito me ensinou e me incentivou. Se foi, deixando em mim muita saudade, mas também a inspiração para a busca pelo conhecimento em desafios como este.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todas as pessoas que me apoiaram durante esses anos e que certamente contribuíram, cada um à sua maneira, para que esse trabalho fosse idealizado, desenvolvido e finalizado.

Agradeço primeiramente à minha família, que sempre me incentivou, me compreendeu, sentiu minha falta, me pacificou e me ouviu. Certamente me trouxe um grande suporte emocional que sustentou minha trajetória até aqui.

Ao meu pai, **Wilson**, que apesar de não estar mais fisicamente entre nós, habita em minha mente e meu coração. Sempre acreditou em mim, me fez buscar o meu melhor e me impulsionou a essa missão de dedicar-me à pesquisa, que ele tanto amava. Com certeza estará orgulhoso de mim. Obrigada por seus ensinamentos e por seu amor.

Agradeço à minha mãe, **Maria Alice**, que sempre esteve presente, trazendo sua alegria, cuidado e apoio. Obrigada por tantas vezes se preocupar comigo, por me salvar com as crianças, que já não são mais crianças, oferecendo diversão, amor e carinho, além de muitos “vóubers” que foram necessários quando eu não conseguia dar conta de tudo. Agradeço por sempre me incentivar a buscar meu equilíbrio diante de tantas demandas.

Agradeço ao **Alastair**, que sempre me apoiou em minha profissão e em meu ingresso à pesquisa. Sua entrada na família nos trouxe muitas alegrias, entusiasmo e, para nossa sorte, nos presenteou com seus excelentes dotes culinários.

Ao meu amado marido, **Adriano**, por me acompanhar sempre, por me aconselhar, por me trazer paz e alegria em todos os momentos e, especialmente, naqueles mais difíceis. Por cruzar o Atlântico tantas vezes para nos ver no período de estágio no exterior. Sei o quanto esses seis meses foram difíceis e mesmo assim você nunca deixou de me apoiar. Sou grata por sempre me trazer leveza ao dia a dia, especialmente nos dias em que minha mente estava em tormentas. Obrigada por seu amor.

Aos meus filhos, **Gabriela e Rafael**, por conviverem com as minhas ausências físicas e mentais, por se controlarem e falarem baixo durante meus momentos de trabalho em casa,

e principalmente me compreenderem e me apoiarem nos momentos mais difíceis. Vocês me fazem muito feliz em todos os momentos que passamos juntos, em que brincamos, conversamos, passeamos, ou simplesmente ficamos juntos, em silêncio. O amor que sinto por vocês é infinito!

À minha irmã **Ana Elisa**, por todos os momentos felizes que tivemos. Ao meu sobrinho, **Pedro**, você sempre foi um presente que a vida nos trouxe. Vocês são muito especiais e merecem o melhor, que a vida de vocês se ilumine a cada dia.

A todos os familiares, meus sobrinhos, **Carol, Mário, Júnior, Heitor e Felipe**, meus sogros, **Mário e Maria**, minhas cunhadas **Néia, Vanessa, Kátia e Josi**, e meus concunhados, ao meu enteado **Eduardo** e sua família. Agradeço a todos por sempre estarem presentes, me trazendo muita alegria com sua companhia.

A todos os meus amigos, meu agradecimento por todo o apoio, acolhimento e companhia ao longo desses anos. Vocês sempre me trouxeram leveza, com nossos passeios, conversas e risadas, lembrando-me que o trabalho é apenas uma de tantas faces da vida. Me trouxeram forças renovadas e equilíbrio para seguir adiante.

À minha orientadora, **Profa. Dra. Stela Márcia Mattiello**, por ter sido uma figura central em minha formação acadêmica, por confiar em mim e em meu trabalho e compreender minha vida multitarefa durante o período da pós-graduação. Seu apoio foi fundamental para o desenvolvimento deste trabalho.

A todos os professores do Departamento de Fisioterapia, que durante esses anos contribuíram de alguma maneira, ministrando aulas, supervisionando estágios, esclarecendo dúvidas, além do bate-papo informal pelos corredores do departamento. Todos deixaram a sua marca. Agradeço especialmente ao **Prof. Luiz Fernando** pelas suas contribuições nas fases iniciais do projeto de pesquisa, à **Profa. Tatiana**, por me auxiliar com o cálculo amostral do projeto do ensaio clínico e à **Profa. Paula Camargo**, que gentilmente me permitiu o uso do algômetro de seu laboratório.

Aos funcionários do Departamento de Fisioterapia, que proporcionam o ambiente acolhedor para que as pesquisas sejam desenvolvidas, especialmente à secretária do PPG-FT **Patty dos Santos** por sua prestatividade, atenção e dedicação.

Aos meus colegas do Laboratório de Análise de Função Articular (LAFAr), **Jéssica, Alyssa, Ricardo, Marialice, Natália, Isabela, Roberta e Filipe**. Muito obrigada pela colaboração de vocês durante diversas fases desta pesquisa, pelo auxílio com coletas, pelas reuniões e discussões e pela convivência durante esses anos. A presença de vocês foi muito importante durante todos esses anos. Agradeço também às colegas do Núcleo de Pesquisas Musculoesqueléticas (NuPeM), **Giovanna, Maria, Rebecca, Ana, Camila e Viviane**, pela companhia, pela troca de experiências científicas e não-científicas, pelos papos e momentos de descontração.

Agradeço a Natália, Filipe, Rebecca, Giovanna e **Vanessa**, por me auxiliarem com as palestras ministradas aos participantes do ensaio clínico. A disposição de vocês em ensinar, ouvir atentamente e contribuir com os voluntários fez a diferença para cada um deles. Agradeço especialmente à minha amiga **Profa. Dra. Alessandra Paolillo**, do Departamento de Terapia Ocupacional, que, com dedicação e o apoio de seus alunos de graduação, elaborou o material utilizado nas palestras que gentilmente se dispôs a ministrar.

Aos alunos de iniciação científica **Maria e Felipe**, pelos aprendizados que tivemos juntos, pela confiança que tiveram ao me elegerem como coorientadora, pela dedicação e responsabilidade que vocês tiveram durante as pesquisas.

Aos **voluntários** que participaram com interesse e dedicação desta pesquisa, por vocês dispenderem seu tempo, suas energias e confiarem em nosso trabalho. Sem vocês este trabalho não seria possível.

À **Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)** e ao **Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia** da UFSCar. Com certeza a universidade sempre fez parte de minha vida, desde criança em atividades abertas à comunidade e em passeios pelo bosque, durante a juventude, oferecendo a minha formação profissional em fisioterapia e rápida passagem pela pesquisa, e nos últimos anos, em que a Universidade, o Departamento de Fisioterapia

e o Programa de Pós-Graduação me ofereceram essa rica experiência de realizar o doutorado.

Sou grata à *Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior* (CAPES – PROEX e PRINT) pela oportunidade de me dedicar integralmente às atividades de pesquisa durante os anos de doutorado, pelo apoio financeiro às minhas atividades e possibilidade de capacitar-me profissionalmente dentro desta instituição de grande relevância científica na área da fisioterapia. Agradeço imensamente pela oportunidade de fazer o estágio no exterior, trabalhando em conjunto com grandes pesquisadores internacionais. Foi um período de muito aprendizado e uma oportunidade de crescimento pessoal não apenas para mim, mas para toda a minha família.

Agradeço aos professores que compõem a banca avaliadora desta tese, *Profa. Dra. Paula Serrão, Profa. Dra. Paula Camargo, Prof. Dr. Renan Resende e Profa. Dra. Josimari Melo de Santana* pelo aceite em avaliar esta tese, pela disponibilidade em contribuir com seu aperfeiçoamento, pelo tempo dedicado e pelo compartilhamento da experiência de vocês.

À banca de qualificação, de quando essa pesquisa ainda era um projeto, *Profa. Dra. Mariana Árias Ávila Vera* e novamente *Profa. Dra. Josimari Melo de Santana*, que contribuíram para o aperfeiçoamento do projeto desta pesquisa.

Agradeço também ao pós-doutorando *Dr. Leonardo Furlan*, por suas essenciais contribuições com as análises estatísticas do ensaio clínico.

Agradeço ao *Prof. Dr. Enrique Lluch*, à *Prof. Dra. Mercè Balasch i Bernat*, à *Prof. Dra. Lirios Dueñas*, e ao *Prof. Dr. Rafael Torres*, da Universidade de Valência, por me acolherem tão bem durante o período de estágio no exterior. Sou grata pela orientação, pelo envolvimento nas atividades, pelas oportunidades dentro da universidade e por depositarem confiança em meu trabalho. Obrigada, por terem feito parte da minha trajetória em um momento tão especial.

Enfim, agradeço de coração a todos que estiveram presentes em minha vida durante esses últimos cinco anos, todos que me acolheram, me ouviram, me ajudaram, me apoiaram e me incentivaram. Esta tese leva um pouco de cada um de vocês.

"A vida é uma sucessão de momentos que são únicos, e a riqueza de cada um é o que cada um faz com eles." - Cora Coralina

VENTURINI, P.J.F. Dor, sono, exercício e educação na osteoartrite de joelho: uma abordagem integrada com análise transversal, estudo de viabilidade e ensaio clínico randomizado [tese]. São Carlos: Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia, Universidade Federal de São Carlos; 2025.

Resumo

Objetivos: o objetivo principal desta tese foi investigar o efeito do treinamento em circuito personalizado entregue remotamente no processamento da dor, determinados por limiares de dor à pressão, somação temporal e modulação condicionada da dor em pacientes com osteoartrite de joelho (OAJ), em comparação a um grupo de controle. Secundariamente, objetivou-se investigar se existe correlação entre medidas sensoriais quantitativas e a qualidade do sono, assim como com os componentes do sono e avaliar a viabilidade e aceitabilidade de deste protocolo.

Formato: para isso foram realizados três estudos. O primeiro estudo explorou as relações entre qualidade do sono e seus componentes e a sensibilização à dor e intitulou-se “Limiar de dor à pressão e a somação temporal predizem má qualidade do sono na osteoartrite de joelho”. O segundo estudo analisou a viabilidade e aceitabilidade do protocolo previsto no ensaio clínico e foi intitulado “Treinamento em circuito personalizado e programa educacional reduzem a sensibilidade à dor em pacientes com osteoartrite de joelho: um estudo de viabilidade”. O terceiro estudo abriga os resultados do ensaio clínico sob o título “Treinamento em circuito personalizado entregue remotamente reduz sensibilidade à dor em pacientes com osteoartrite de joelho. Um ensaio clínico randomizado controlado”.

Métodos: Para os três estudos foram recrutados participantes com sintoma primário de dor (≥ 4) e critérios diagnósticos de OAJ. Foram aleatoriamente alocados em grupo experimental ou grupo controle na proporção 1:1 para 14 semanas de intervenção entregue remotamente e tota de 26 semanas de acompanhamento. O grupo experimental realizou programa de treinamento em circuito personalizado e programa educacional, realizando exercícios três vezes por semana, com progressão individualizada da duração e intensidade do exercício. O grupo controle realizou apenas o programa educacional, que incluiu sete encontros, realizados a cada duas semanas, nos quais recebiam informações sobre a fisiopatologia da OAJ, recomendações de tratamento e tópicos em neurociência da dor. Em linha de base, após intervenção de 14 semanas e após o final do acompanhamento, na semana 26, foram coletadas medidas clínicas, como performance

física, questionários autoaplicáveis sobre a condição física e mental e força muscular, e testes sensoriais quantitativos. Para o estudo 1, foram utilizados apenas dados de linha de base, visto que é um estudo transversal. Perguntas abertas e fechadas foram realizadas para o estudo 2, sobre viabilidade e aceitabilidade. Os estudos 1 e 2 foram analisados com análises descritivas, testes de correlação e análise de regressão linear, com o programa SPSS 26.0 e nível de significância de 5%. As análises estatísticas do ensaio clínico foram realizadas usando a linguagem de programação R. As diferenças entre os grupos e os intervalos de confiança de 95% para os resultados pós-tratamento calculadas usando os modelos lineares mistos por meio da análise de interação grupos versus tempo.

Resultados: o primeiro estudo incluiu 80 participantes e identificou que a somação temporal, o limiar de dor à pressão local e a depressão e ansiedade foram associados à má qualidade do sono, especificamente aos componentes qualidade subjetiva do sono, duração do sono, eficiência do sono, distúrbios do sono e disfunção durante o dia. O segundo estudo incluiu 30 participantes e identificou taxa de elegibilidade de 31,6% e taxa de recrutamento de 2,7 participantes por semana, consideradas adequadas. A aderência ao protocolo de exercícios foi parcialmente adequada (60%) e ao programa educacional foi adequada (80%). Diferenças nos diferentes tempos e entre os grupos para os desfechos primários e secundários foram apresentadas. Finalmente, o ensaio clínico incluiu 88 participantes, sendo 60% do sexo feminino e a idade média de 59 anos. A diferença média estimada do limiar de dor à pressão em linha medial de joelho do grupo experimental sofreu aumento (1,3 Kg/cm² [IC 95% de 0,8 a 1,7]) em relação ao grupo controle, assim como os demais limiares de dor à pressão e seus IC. As diferenças estimadas da somação temporal e da modulação condicionada da dor tiveram médias reduzidas, porém intervalos de confiança largos, sendo os resultados considerados inconclusivos. Dentre os parâmetros clínicos, foram identificadas redução da intensidade de dor (-2,3 [IC95% -3,3 a -1,4]) e sintomas da OAJ (-14,4 [IC 95% -19,8 a -9,0]), aumento da força dos músculos extensores do joelho (4,8 Kgf [IC 95% 2,7 a 6,8]) e melhora da performance física para subir e descer escadas (-4,9 s [IC95% -7,6 a -1,9]) no grupo experimental em comparação com o grupo controle. Foi identificada associação entre intensidade de dor e progressão no protocolo de exercícios.

Conclusão: o protocolo de avaliações e intervenções com treinamento em circuito personalizado entregue remotamente e educação do paciente alcançaram boas taxas de viabilidade e aceitabilidade. A ansiedade e a depressão e a sensibilização à dor periférica se associaram à má qualidade do sono, especificamente aos componentes do sono,

qualidade subjetiva, duração, eficiência do sono, distúrbios do sono e disfunção durante o dia. O treinamento em circuito personalizado entregue remotamente constitui uma estratégia eficaz para a modulação da sensibilidade à dor e de sintomas clínicos em indivíduos com OAJ. Maior intensidade de dor foi determinante para a progressão mais lenta no protocolo de exercícios.

Palavras-chave: osteoartrite, joelho, limiar de dor, hiperalgesia, educação em saúde.

VENTURINI, P.J.F. Pain, sleep, exercise, and education in knee osteoarthritis: an integrated approach with cross-sectional analysis, feasibility study, and randomized clinical trial [thesis]. São Carlos: Postgraduate Program in Physiotherapy, Federal University of São Carlos; 2025

Abstract

Objectives: The main aim of this thesis was to investigate whether personalized circuit training promotes effects on pain processing, determined by pressure pain thresholds, temporal summation, and conditioned pain modulation in patients with knee osteoarthritis (KOA), compared to an educational control group. Secondly, the objective of this study was to investigate whether there is a correlation between quantitative sensory measures and sleep quality, as well as with sleep components, and to evaluate the feasibility and acceptability of this protocol.

Format: For this purpose, three studies were conducted. The first one explored the relationship between sleep quality and its components and pain sensitization and was entitled "Pressure pain threshold and temporal summation predict poor sleep quality in knee osteoarthritis". The second one analyzed the feasibility and acceptability of the protocol and was titled "Tailored Circuit Training and an educational program reduce pain sensitivity in patients with knee osteoarthritis: a feasibility study". The third study presents the results of the clinical trial, titled "Remotely-delivered personalized circuit training reduces pain sensitivity in patients with knee osteoarthritis: A randomized controlled clinical trial."

Methods: For all three studies, participants with a primary symptom of pain (≥ 4) and KOA diagnostic criteria were recruited. They were randomly allocated to an experimental group or a control group in a 1:1 ratio for 14 weeks of intervention delivered remotely and a total of 26 weeks of follow-up. The experimental group performed a personalized circuit training program and an educational program, performing exercises three times a week, with individualized progression of exercise duration and intensity. The control group performed only the educational program, which included seven meetings, held every two weeks, in which they received information on the pathophysiology of KOA, treatment recommendations, and topics in pain neuroscience. At baseline, after the 14-week intervention and after the end of follow-up, at week 26, clinical measures such as physical performance, self-administered questionnaires on physical and mental condition, and muscle strength, and quantitative sensory tests were collected. For study 1, only

baseline data were used, since it is a cross-sectional study. Open and closed questions were asked for study 2, about feasibility and acceptability. Studies 1 and 2 were analyzed with descriptive statistics, correlation tests and linear regression analysis, with the SPSS 26.0 program and a significance level of 5%. Statistical analyses of the clinical trial were performed using the R programming language. The between-group differences and 95% confidence intervals for post-treatment outcomes were calculated using the linear mixed models through the groups-versus-time interaction analysis.

Results: The first study included 80 participants and identified that temporal summation, local pressure pain threshold, and depression and anxiety were associated with poor sleep quality, specifically the components of subjective sleep quality, sleep duration, sleep efficiency, sleep disturbances, and daytime dysfunction. The second study included 30 participants and identified an eligibility rate of 31.6% and a recruitment rate of 2.7 participants per week, considered adequate. Adherence to the exercise protocol was partially adequate (60%), and the educational program was adequate (80%). Differences between groups at different time-points for primary and secondary outcomes were presented. Finally, the clinical trial included 88 participants, 60% of whom were female, and the average age was 59 years. The mean difference between groups in pressure pain threshold in the medial line of the knee was increased (1.3 kg/cm² [95% CI from 0.8 to 1.7]) in relation to the control group, as well as the other pressure pain thresholds and their CIs. The estimated differences in temporal summation and conditioned pain modulation had reduced means, but wide confidence intervals, and the results were considered inconclusive. Among the clinical parameters, a reduction in pain intensity (-2.3 [95%CI -3.3 to -1.4]) and symptoms of KOA by WOMAC (-14.4 [95% CI -19.8 to -9.0]), increased strength of the knee extensor muscles (4.8 Kgf [95% CI 2.7 to 6.8]) and improved physical performance for climbing and descending stairs (-4.9 s [95%CI -7.6 to -1.9]) were identified in the experimental group compared to the control group. An association between pain intensity and progression in the exercise protocol was identified.

Conclusion: The protocol of assessments and interventions with remotely-delivered personalized circuit training and patient education achieved good rates of feasibility and acceptability. Anxiety and depression, and peripheral pain sensitization were associated with poor sleep quality, specifically sleep components, subjective quality, duration, sleep efficiency, sleep disturbances, and daytime dysfunction. Remotely-delivered personalized circuit training constitutes an effective strategy for modulating pain

sensitivity and clinical symptoms in individuals with KOA. Higher pain intensity was determinant for slower progression in the exercise protocol.

Keywords: osteoarthritis, knee, pressure pain threshold, hyperalgesia, health education.

LISTA DE FIGURAS

MANUSCRITO 1

Figura 1. Fluxograma do estudo

MANUSCRITO 2

Figura 1. Procedimento do estudo

Figura 2. Estrutura e progressão do programa de exercícios

Figura 3. Fluxograma

MANUSCRITO 3

Figura 1. Fluxo de participantes 123

Figura 2. Efeitos do programa de treinamento em circuito personalizado nos LDP em relação à mudança mínima detectável 125

Figura 3. Progressão dos participantes no programa de exercícios e na intensidade de dor..... 130

LISTA DE TABELAS

MANUSCRITO 1

Tabela 1. Características dos participantes e resultados das variáveis	93
Tabela 2. Correlação de Pearson entre sensibilização à dor e pontuação total do PSQI	95
Tabela 3. Modelo de regressão linear múltipla (<i>backward</i>) explicando a associação entre qualidade do sono (variável dependente) e ansiedade e depressão, LDP local, LDP remoto, ST, nível de atividade física e intensidade de dor (preditores)	96
Tabela 4. Correlação de Pearson entre os preditores somação temporal, limiar de dor à pressão e HADS e componentes do sono	97

MANUSCRITO 2

Tabela 1. Características do programas de intervenção	56
Tabela 2. Critérios para avaliar a adequação do projeto para seguir com o ensaio clínico	58
Tabela 3. Características dos participantes	64
Tabela 4. Resultados de linha de base para o grupo controle e para o grupo experimental	68
Tabela 5. Diferenças desde a linha de base até as semanas 14 e 26 para o grupo controle e para o grupo experimental, intervalos de confiança e significância intragrupo ao longo do tempo. Análise ANOVA com interação grupo-tempo, respectiva significância e tamanho de efeito	69

MANUSCRITO 3

Tabela 1. Características dos participantes	124
Tabela 2. Análise dos modelos lineares mistos: diferenças médias entre grupos e seus intervalos de confiança	127
Tabela 3. Progressão dos participantes no programa de exercícios e na intensidade de dor	128

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A	Ansiedade
AMD	Alodinia Mecânica Dinâmica
CL	Contralateral
CERT	<i>Consensus on Exercise Reporting Template</i>
CONSORT	<i>Consolidated Standards of Reporting Trials</i>
D	Depressão
DAP	<i>Dynamic weight-bearing Assessment of Pain</i>
DEM	Diferença Estimada Média
END	Escala verbal numérica da dor
HADS	<i>Hospital Anxiety and Depression Scale</i>
IC	Intervalo de confiança
IMC	Índice de Massa Corporal
LAFAr	Laboratório de Análise da Função Articular
LDP	Limiar de dor à pressão
MCD	Modulação Condicionada da dor
MoCA	<i>Montreal Cognitive Assessment</i>
OA	Osteoartrite
OAJ	Osteoartrite de joelho
PCS	<i>Pain Catastrophizing Scale</i>
PSQI	<i>Pittsburgh Sleep Quality Index</i>
QST	Testes sensoriais quantitativos
SF-12	<i>12-item Health Survey</i>
SPSS	<i>Software Statistical Package for Social Science</i>
ST	Somação temporal
TiDieR	<i>Template for Intervention Description and Replication</i>
TSK	<i>Tampa Scale for Kinesiophobia</i>
UFSCar	Universidade Federal de São Carlos
WOMAC	<i>Western Ontario and McMaster University Osteoarthritis Index</i>

SUMÁRIO

1. Contextualização	21
2. Revisão da literatura	33
3. Objetivos Gerais da Tese	46
4. Manuscrito 1	48
5. Manuscrito 2	85
6. Manuscrito 3	110
7. Conclusão	143
8. Considerações finais	145
9. Anexos	148

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

Esta tese teve como principal foco o desenvolvimento de um ensaio clínico envolvendo exercício e educação para pessoas com osteoartrite de joelho (OAJ). O trabalho foi desenvolvido com o intuito de investigar os mecanismos relacionados à sensibilização à dor nesses pacientes, suas relações com características pessoais, estilo de vida e qualidade do sono dessas pessoas, e os efeitos de uma intervenção com de treinamento em circuito personalizado entregue remotamente para a redução da sensibilidade à dor nessa população. Além disso, essa tese teve como objetivo analisar a viabilidade da implementação desta intervenção, identificando aceitação, barreiras, motivação e segurança para o estabelecimento desta intervenção.

A prevalência e a incidência da dor crônica vêm aumentando mundialmente e está associada a maiores níveis de morbidade e mortalidade e à pior qualidade de vida. A OAJ é uma das doenças mais prevalentes que levam à dor crônica, alteram o processamento da dor, induzindo a sensibilização à dor na maioria das pessoas acometidas. A sensibilização à dor altera o modo como as pessoas percebem e interpretam a dor, tornando-a mais intensa, persistente e difusa. Esse impacto que a dor persistente promove também pode afetar a qualidade do sono e prejudicar a capacidade funcional, levando a dificuldades para realização das atividades de vida diária, evitação do movimento e consequente descondicionamento físico, além de ter o potencial de impactar negativamente no bem-estar emocional. Desta forma, o quadro clínico de pessoas com sensibilização à dor vai muito além dos sintomas clássicos da OAJ.

Os testes sensoriais quantitativos (QST) quantificam a sensibilidade do sistema nervoso à entrada nociceptiva e está significativamente relacionado aos processos de sensibilização à dor. Essas ferramentas vêm sendo muito utilizadas por oferecerem padronização dos estímulos nociceptivos e possibilidade de mensurar a sensibilidade à dor de maneira mais objetiva, permitindo um olhar mecanicista sobre como a sintomatologia clínica se correlaciona com os eventos neurofisiológicos.

Considerando que o exercício físico é um dos pilares para o tratamento dos acometimentos que cursam com dor crônica musculoesquelética, entre eles a OAJ, neste trabalho nos dedicamos a compreender quais os efeitos de uma intervenção por exercícios no processamento da dor, mensurado por QST nessa população. Para a escolha da intervenção, uma abordagem de exercício terapêutico que visa a melhor adaptação de pessoas com sensibilidade à dor aumentada à rotina de exercícios foi desenvolvida. Uma série de itens indicados às pessoas sensibilizadas foram adicionados a um protocolo de

treinamento em circuito, anteriormente desenvolvido em nosso laboratório e com comprovada eficácia clínica. O modelo de telerreabilitação, já consolidado como ferramenta não inferior ao presencial para o treinamento em circuito, foi escolhido pelo fato de o estudo ter sido conduzido a partir do ano de 2020, em plena pandemia de COVID-19, em um contexto marcado pelas incertezas de como seriam os anos seguintes no que diz respeito ao distanciamento social.

Assim, essa tese apresenta um primeiro estudo, que investiga a viabilidade de implementação de um programa de treinamento em circuito personalizado, analisando a viabilidade, as barreiras, a aceitabilidade, a segurança e a motivação de pessoas com OAJ para realizar a intervenção, além de uma prévia dos efeitos do programa em desfechos clínicos, como intensidade da dor, sensibilização à dor, capacidade funcional e aspectos emocionais. Apresentamos um segundo estudo, transversal, que investigou as relações entre qualidade de sono e medidas de sensibilização à dor em pessoas com OAJ. E, por fim, um terceiro estudo, que reúne evidências para determinar se o programa de treinamento em circuito personalizado altera a sensibilidade à dor e promove melhoras clínicas em pessoas com OAJ em comparação com um grupo controle.

Como complemento ao desenvolvimento da pesquisa principal, durante o período do curso de doutorado, atividades foram desenvolvidas paralelamente, com contribuições e participação em projetos de pesquisa, projetos de extensão universitária, com o estabelecimento de parceria internacional por meio da realização de um estágio no exterior, com apresentações de trabalhos em eventos, entre outros, elencados detalhadamente a seguir.

1.1 Inserção na Linha de pesquisa do orientador e no programa

O Laboratório de Análise da Função Articular (LAFAr) tem como linha de pesquisa a fisioterapia nas áreas de ortopedia/traumatologia, esportes e reumatologia. Os projetos de pesquisa do LAFAr incluem aspectos biomecânicos e biológicos na reabilitação de doenças metabólicas e crônicas do sistema osteoarticular.

1.2 Parcerias nacionais e internacionais

Parcerias nacionais e internacionais foram realizadas durante o período do curso de doutorado e para o desenvolvimento desta tese. Para o uso do algômetro, necessário para a realização dos QST, estabelecemos uma parceria com a Pra. Dra. Paula Rezende Camargo do Laboratório do Ombro do Departamento de Fisioterapia da UFSCar. Também contamos

com a parceria com o pós-doutorando Dr. Leonardo Furlan para o aprimoramento das análises estatísticas dos dados deste estudo.

Com relação às parcerias internacionais, uma colaboração foi firmada com o Prof. Dr. Enrique Lluch, da *Universitat de València* (Valência, Espanha), que realizou a supervisão do doutorado sanduiche no exterior. O estágio foi realizado com apoio financeiro da CAPES-PRINT-UFSCar, entre a Universidade Federal de São Carlos e a *Universitat de València* nesta área de conhecimento. Durante o período de estágio, o Prof. Dr. Lluch colaborou com as análises dos dados preliminares dos estudos, por meio de reuniões, juntamente com a orientadora, e participou ativamente da construção do primeiro manuscrito da presente tese.

Além disso, durante o período de estágio, foram realizados diversos projetos na *Universitat de València* (ver item 1.7.6), colaborando com os projetos do Prof. Dr. Rafael Torres Cueco, da Profa. Dra. Lirios Dueñas e da Profa. Dra. Mercè Balasch y Bernat, o que possibilitou a aquisição de novos conhecimentos aplicáveis à presente tese.

1.3 Estágio internacional

Para meu aperfeiçoamento durante o doutorado, foi realizado estágio no exterior no período de janeiro a julho de 2023 na *Facultat de Fisioteràpia* da *Universitat de València*, Valência, Espanha, sob a supervisão do Prof. Dr. Enrique Lluch. Ao longo de minha permanência no exterior, foram desenvolvidos estudos para tratamento dos dados provenientes do ensaio clínico, incorporados a um estudo de viabilidade proposto pelo supervisor. Estas análises prévias foram importantes para as discussões e contribuições da equipe espanhola acerca dos métodos de avaliação, análises estatísticas e interpretação clínica desses resultados parciais.

Além disso, durante o período de estágio, foram desenvolvidas outras pesquisas na *Universitat de València*, contribuindo para o desenvolvimento de artigos e familiarização com técnicas de quantificação de dor. Também participei em projetos com intervenção de Educação em Ciência da Dor, trabalhando diretamente com o Prof. Dr. Enrique Lluch e o Prof. Dr. Rafael Torres Cueco, que têm ampla experiência em intervenções fisioterapêuticas, para pacientes com dor crônica. A experiência adquirida com ferramentas de avaliação e tratamento de pacientes com dor crônica contribuíram com o desenvolvimento de atividades do grupo de pesquisa na UFSCar.

Durante o período de estágio no exterior foram adquiridas experiências, com a participação em reuniões e discussões dentro da instituição no exterior, bem como em congressos e eventos nacionais e internacionais realizados pela *Universitat de València*. Tive a oportunidade de ministrar aulas para os alunos da *Facultat de Fisioteràpia*, realizar apresentação oral no *22º Congreso Internacional en Terapia Manual* e participar da elaboração de dois artigos de autoria do Prof. Dr. Rafael Torres-Cueco sobre educação em dor e seus impactos clínicos e na conectividade cerebral em mulheres com vulvodínea. Além disso, colaborei com projetos na *Universitat de València*, como o desenvolvimento de estudo sobre alfabetização em saúde em pessoas com OAJ, de autoria da Profa. Dra. Mercè Balasch i Bernat, e de trabalhos de conclusão de curso de alunas de graduação em fisioterapia.

1.4 Originalidade

Baseando-se em revisão bibliográfica, esta tese é o primeiro estudo a investigar os efeitos no processamento da dor por medidas sensoriais quantitativas de um programa de treinamento em circuito personalizado para que pessoas com OAJ. A viabilidade de execução deste protocolo foi assegurada durante o desenvolvimento desta tese. Além disso, este é o primeiro estudo a analisar a associação entre maior sensibilidade à dor a estímulos nociceptivos medidos pelos QST e a qualidade do sono em pacientes com OAJ. Desta forma, os resultados presentes nesta tese contribuem de maneira original para a literatura disponível na compreensão e manuseio da sensibilidade à dor em pessoas com OAJ.

1.5 Contribuição dos resultados para o avanço científico

Esta pesquisa agrega à literatura científica novas informações sobre os mecanismos relacionados à sensibilização à dor em pacientes com OAJ. Informações importantes sobre como a sensibilização à dor impacta e/ou é impactada pela qualidade do sono foram estabelecidas nesta tese. Também foram analisados os resultados clínicos de abordagens da prática clínica da fisioterapia que contribuem para a redução dos sintomas e desconfortos nesta população. Esta pesquisa também contribui para o avanço científico por meio das análises de viabilidade do ensaio clínico, identificando quais as principais barreiras que podem surgir no decorrer da execução de projetos que envolvem intervenção com exercícios em ensaios clínicos e apontando sugestões do próprios pacientes de como resolvê-las. Como frutos das pesquisas, esta tese apresenta três manuscritos científicos originais, que trazem em si a relevância clínica para o manuseio de pessoas com OAJ e da sensibilização à dor, assim como sua relevância social.

1.6 Relevância social

Esta tese teve como foco a investigação da sensibilização à dor em pessoas com OAJ, suas associações com sintomas clínicos e seu manuseio. A sensibilização à dor é um fenômeno comum entre pessoas com alterações musculoesqueléticas e que tem como consequência alto e negativo impacto na saúde física, emocional e mental. Como foi demonstrado que o tratamento fisioterapêutico proposto e aplicado remotamente foi eficaz em reduzir a sensibilização à dor e demais sintomas da OAJ, esta intervenção, que pode ser oferecida remotamente, pode facilitar o acesso ao tratamento de pessoas com OAJ. A possibilidade de tratamento não cirúrgico, de fácil acesso e baixo custo para a população em geral tem o potencial de promover o bem-estar de um relevante número de pessoas que sofrem com a OAJ. Desta forma, os resultados produzidos com o desenvolvimento desta tese apresentam grande impacto social e econômico.

1.7 Atividades realizadas durante o período de doutorado

1.7.1 Artigos publicados

VENTURINI, Paula João Francisco; AILY, Jéssica Bianca; ALMEIDA, Aline Castilho; MATTIELLO, Stela Márcia. Body fat percentage influences more the pain during activities than sex and age in people with knee osteoarthritis. **Journal of Bodywork and Movement Therapies.** [s.l.] vol 42, 506-512. June 2025. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2025.01.007>

1.7.2 Artigos submetidos ou em revisão

VENTURINI, Paula João Francisco; DA SILVA, Marialice; CASONATO, Natália; SETTE, Filipe; MATTIELLO, Stela Márcia. Pressure pain threshold and temporal summation predict poor sleep quality in knee osteoarthritis. Submetido ao periódico **Sleep Science.**

VENTURINI, Paula João Francisco; CASONATO, Natália; DA SILVA, Marialice; SETTE, Filipe; LLUCH, Enrique; MATTIELLO, Stela Márcia. Tailored circuit training and an educational program reduce pain sensitivity in patients with knee osteoarthritis: a feasibility study. Submetido ao periódico **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation.**

VENTURINI, Paula João Francisco; DA SILVA, Marialice; CASONATO, Natália; SETTE, Filipe; FURLAN, Leonardo; MATTIELLO, Stela Márcia. Remotely-delivered

tailored circuit training reduces pain sensitivity in patients with knee osteoarthritis: a randomised controlled clinical trial. Submetido ao periódico **Journal of Physiotherapy**.

TORRES-CUECO, Rafael; NOHALES-ALFONSO, Francisco; MATI-BONMATI, Luis; LLUCH, Enrique; **VENTURINI, Paula**; ASENSIO, Samuel; BARCIA, Jorge; JAVIER-ROMERO, Francisco. Effectiveness of a Pain Science Education Program in Women with Vulvodinia. A ser submetido ao periódico **Frontiers on Pain Research**.

TORRES-CUECO, Rafael; NOHALES-ALFONSO, Francisco; MATI-BONMATI, Luis; LLUCH, Enrique; GARCIA-MARTI, Gracián; **VENTURINI, Paula**; ASENSIO, Samuel; BARCIA, Jorge; JAVIER-ROMERO, Francisco. Pain science education in women with vulvodinia as a therapeutic strategy and changes in functional and structural brain connectivity. A ser submetido ao periódico **Frontiers on Pain Research**.

BALASCH I BERNAT, Mercè; BELLOSTA, Pablo; DOMENECH, Víctor; BLASCO, Julia; **VENTURINI, Paula**; DUEÑAS, Lirios; LLUCH, Enrique: Desarrollo, validación y efectividad de un programa digital de educación para mejorar la alfabetización en salud en pacientes con artrosis de rodilla. Projeto em desenvolvimento com previsão de submissão de 5 manuscritos.

SETTE, Filipe; CASONATO, Natália; **VENTURINI, Paula João Francisco**; DA SILVA, Marialice; MATTIELLO, Stela Márcia. Quantitative sensory tests, functional performance, and objective physical activity in knee osteoarthritis. Em desenvolvimento.

VIVALDINI, Maria; **VENTURINI, Paula**; CASONATO, Natália; MATTIELLO, Stela Márcia. Effects of ischemic compression on iliotibial band myofascial trigger points in knee osteoarthritis: an experimental study. Submetido ao periódico **Journal of Bodywork and Movement Therapies**.

DA SILVA, Marialice; **VENTURINI, Paula**; CASONATO, Natália; SETTE, Filipe; MATTIELLO, Stela Márcia. Pain sensitization in dynamic postural balance among patients with knee osteoarthritis. Artigo a ser submetido ao periódico **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**.

CASONATO, Natália; SETTE, Filipe; DA SILVA, Marialice; **VENTURINI, Paula**; AILY, Jéssica Bianca; MATTIELLO, Stela Márcia. Association between body fat indices and pain perception: Implications for self-reported pain and pressure pain threshold in people with knee osteoarthritis. Artigo submetido ao periódico **Journal of Bodywork and Movement Therapies**.

CASONATO, Natália; SETTE, Filipe; DA SILVA, Marialice; VENTURINI, Paula; AILY, Jéssica Bianca; MATTIELLO, Stela Márcia. The relationship among sex, comorbidities and drug-drug interactions on pain sensitization in patients with knee osteoarthritis: a cross-sectional study. Em desenvolvimento.

1.7.3 Participação em eventos e palestras ministradas

Palestra ministrada na Semana da Enfermagem da Santa Casa de São Carlos, sob o título “Dor crônica nos profissionais de saúde, não só os pacientes sofrem”, em maio de 2024.

VI Simpósio Internacional de Neuromodulação Não Invasiva realizado no período de 12 a 13 de abril de 2024.

III *Jornada de Innovación Educativa de la Facultat de Fisioteràpia: Simulació clínica en Fisioteràpia* realizada em 05 de julho de 2023.

Taller de Fisioterapia Sostenible de la Universitat de València realizado em 19 de junho de 2023.

22º *Congreso Internacional en Terapia Manual Actualización y Nuevas Perspectivas en Dolor Lumbar* realizado em 16 de junho de 2023. Apresentação oral.

I Fórum Discente da Associação Brasileira de Pós-graduação - Fisioterapia (ABRAPG-Ft) realizado no período de 19 a 21 de maio de 2023.

VI *Jornades Estudiant Universitat de València* realizada em 28 de março de 2023.

XXIV Congresso Brasileiro de Fisioterapia realizado no período de 04 a 06 de agosto de 2022. Apresentação de pôster.

I Congresso Internacional Interdisciplinar sobre Políticas Públicas de Saúde em busca da Cidadania Plena através da Universidade da Saúde realizado no período de 18 a 19 de junho de 2021.

Palestra ministrada na 8ª Jornada de Fisioterapia UNIESI, sob o título “Exercício físico como recurso terapêutico para pacientes com sensibilização à dor”, em outubro de 2021.

1.7.4 Resumos publicados

DA SILVA, Marialice G.; CASONATO, Natália A.; SETTE, Filipe E.; **VENTURINI, Paula J.**; VIVALDINI, Maria; MATTIELLO, Stela M. Are central and peripheral sensitization associated with the performance of the star excursion balance test in individuals with knee osteoarthritis? **Osteoarthritis and Cartilage** **JCR**, v. 32, p. S506, 2024.

CASONATO, Natália A.; SETTE, Filipe E.; DA SILVA, Marialice G.; VIVALDINI, Maria; **VENTURINI, Paula J.**; MATTIELLO, Stela M. Influence of lean and adipose tissue on mechanical and thermal pain thresholds in obese and non-obese subjects with knee osteoarthritis. **Osteoarthritis and Cartilage** **JCR**, v. 32, p. S514, 2024.

VENTURINI, Paula; SETTE, Filipe E.; DA SILVA, Marialice G.; CASONATO, Natália A.; MATTIELLO, Stela M. Association between sleep quality and peripheral and central pain sensitization in people with knee osteoarthritis. **Osteoarthritis and Cartilage** **JCR**, v. 32, p. S228, 2024.

CASONATO, Natália A.; SETTE, Filipe E.; DA SILVA, Marialice G.; **VENTURINI, Paula J.**; MATTIELLO, Stela M. Fat indexes between sexes modify the processing of peripheral and central pain in subjects with knee osteoarthritis. **Osteoarthritis and Cartilage** **JCR**, v. 32, p. S503-S504, 2024.

VENTURINI, Paula; CASONATO, Natália A.; DA SILVA, Marialice G.; SETTE, Filipe E.; MATTIELLO, Stela M.: Pain sensitivity, physical activity, pain intensity or depression and anxiety: which factors are most associated to sleep quality in knee osteoarthritis? **Osteoarthritis and Cartilage** **JCR**, v. 32, p. S226-S227, 2024.

GYARAKI DA SILVA, M.; **VENTURINI, P. J. F.**; CASONATO, N. A.; SETTE, F.E.; AYLI, J.B.; MATTIELLO, S.M.: Are body fat mass and lean mass associated with pressure hyperalgesia in individuals with knee osteoarthritis? **Osteoarthritis and Cartilage** **JCR**, v. 31, p. S372-s373, 2023.

SETTE, F.; **VENTURINI, P.**; CASONATO, N.; GYARAKI, M.; AILY, J.; MATTIELLO, S. How much does the percentage of fat and lean mass determine the muscle strength of the

quadriceps extensors in knee osteoarthritis? **Osteoarthritis and Cartilage JCR**, v. 31, p. S188-S189, 2023.

VENTURINI, P.J.; AILY, J.B.; CASONATO, N.A.; MATTIELLO, S.M.. Knee Osteoarthritis, Sarcopenia, And Overweight: Are They Associated With The 30-Second Chair Stand Test? **Osteoarthritis and Cartilage JCR**, v. 31, p. S185-S186, 2023.

CASONATO, N.A.; **VENTURINI, P.J.**; SETTE, F.; GYARAKI, M.A.; AILY, J.B.; MATTIELLO, S.M.: Nonsteroidal anti-inflammatory drugs as acute treatment for pain: what is the relationship between their use and body mass index, risk of sarcopenia and catastrophizing in knee osteoarthritis? **Osteoarthritis and Cartilage JCR**, v. 31, p. S177, 2023.

CASONATO, N.A.; AILY, J.B.; **VENTURINI, P.J.**; MATTIELLO, S.M.: Long-lived elderly: is there a relationship between physical function, drug interaction, age and the presence of osteoarthritis? **Osteoarthritis and Cartilage JCR**, v. 30, p. S215-S216, 2022.

VENTURINI, Paula; VIVALDINI, Maria Ramela Schalch; MATTIELLO, Stela Márcia. Efeito imediato da compressão isquêmica sobre pontos gatilhos miofasciais da banda iliotibial na avaliação dinâmica da dor em pessoas com osteoartrite de joelho: Resultados preliminares. in: **Anais do XXIV Congresso Brasileiro de Fisioterapia**, 2021, Rio de Janeiro. Anais eletrônicos. Campinas, Galoá, 2022.

MATTIELLO, Stela; **JOÃO FRANCISCO, Paula**; GRAMANI-SAY, Karina. CARVALHO, Cristiano; MENDES DA SILVA SERRÃO, Paula Regina. Does sensorimotor training improve postural stability in early stages of knee osteoarthritis? **Osteoarthritis and Cartilage** 29 (2021) S1eS36. P S11.

MATTIELLO, Stela; AILY, Jéssica; JASINEVICIUS, I. O.; **JOÃO FRANCISCO, Paula**; POLONI, K.; FERRARI, Ricardo; MATTIELLO-SVERZUT, A. Does knee osteoarthritis anticipate muscle attenuation changes in different muscles of the thigh since early ages? **Osteoarthritis and Cartilage** 29 (2021) S1eS36.

VENTURINI, Paula João Francisco; SETTE, Filipe Estevão; DA SILVA, Marialice Gyaraki; CASONATO, Natália Aparecida; MATTIELLO, Stela Márcia. Effects of graded exercise on hyperalgesia in patients with knee osteoarthritis. preliminary results. **Brazilian Journal of Physical Therapy.** Volume 28, Supplement 1, April 2024, 100958

1.7.6 Participação em projetos de pesquisa

Lima, F. E. B.: Limiares de dor e aderência ao exercício em obesos e não obesos com osteoartrite de joelho. Trabalho de graduação (2023-2025).

Sette, F. E.: Associação entre avaliação objetiva funcional e alterações nos testes sensoriais quantitativos em pacientes com osteoartrite de joelho: um estudo transversal. Mestrado (2022-2024).

Mattiello, S.M.: Limiares de dor, somação temporal e modulação condicionada da dor em indivíduos obesos e não obesos com osteoartrite de joelho: um estudo transversal e prospectivo. Projeto Regular Fapesp (2022-2025).

Da Silva, M.: Sensibilidade à dor e déficit de equilíbrio postural em pacientes com osteoartrite de joelho. Mestrado (2022-2024).

Casonato, N. A.: Influência da interação medicamentosa no limiar de dor à pressão em indivíduos com osteoartrite de joelho. Mestrado (2021-2023).

Vivaldini, M. R. S.: Effects of ischemic compression on iliotibial band myofascial trigger points in knee osteoarthritis: an experimental study. Iniciação científica (2021-2023).

Casonato, N. A.: Indivíduos com osteoartrite de joelho obesos e não obesos: Associação dos testes sensoriais quantitativos com a presença de interação medicamentosa, composição corporal e função física. Doutorado (2023-atual)

Dueñas, L. Fear assessment in people with knee OA: Development and validation of the PHODA-kOA. Cooperação internacional (2023-atual).

Martinez, L. Grado de alfabetización en salud en personas con artrosis de rodilla: estudio descriptivo y de casos y controles. Trabalho de graduação Universitat de València (2023-2024).

Balash i Bernat, Mercè: Desarrollo, validación y efectividad de un programa digital de educación para mejorar la alfabetización en salud en pacientes con artrosis de rodilla (2023-atual)

Torres, Rafael: Effectiveness of a Pain Science Education Program in Women with Vulvodynia.

Torres, Rafael: Pain science education in women with vulvodynia as a therapeutic strategy and changes in functional and structural brain connectivity.

1.7.7 Participação em projetos de extensão

Manutenção, suporte e uso do equipamento de Absorciometria de raio-x de dupla energia - DXA: um equipamento multiusuário (2020-2023). Coordenadora Profª. Dra. Stela Márcia Mattiello do Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos.

Programa de atendimento em fisioterapia e gerontologia para pacientes com dor no joelho (2022-2024). Coordenador Prof. Dr. Luis Fernando Approbato Selistre do Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos.

1.7.8 Revisão de periódicos

Revisora do periódico Journal of Bodywork and Movement Therapies

1.7.9 Lista do currículo lattes e orcid

Link Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0377996509965102>

Orcid: 0000-0002-3344-3217

1.7.10 Descrição em linguagem acessível

Este trabalho investigou se um programa de exercícios físicos personalizados, aliado à educação em saúde, poderia ajudar a reduzir a sensibilidade à dor em pessoas com artrose de joelho. Foram realizados três estudos, que mostraram que o protocolo foi bem aceito e

viável, e que os exercícios melhoraram a força muscular, a dor e a performance física. Também foi observado que ansiedade, depressão e maior sensibilidade à dor se relacionam com pior qualidade do sono. Os resultados indicam que exercícios adaptados às necessidades de cada pessoa podem ser uma estratégia eficaz e segura no tratamento da artrose.

2 REVISÃO DA LITERATURA

A osteoartrite (OA) é uma doença articular crônica degenerativa e progressiva da cartilagem articular (VINCENT, 2019). Ela consiste em um processo multifatorial dinâmico ativo, que cursa com desequilíbrios dos fenômenos de destruição, reparação e remodelamento da cartilagem, levando à degeneração das estruturas articulares (FU; ROBBINS; MCDOUGALL, 2018). Esta doença complexa envolve toda a articulação, com alterações não apenas na cartilagem hialina, mas também nas estruturas adjacentes, como osso subcondral, membrana sinovial, cápsula, ligamentos e músculos periarticulares, levando a falhas mecânicas do funcionamento articular (MARTEL-PELLETIER *et al.*, 2016).

É uma das condições de saúde mais prevalentes, afetando cerca de 240 milhões de pessoas em todo o mundo (ROUX; FERRERO, 2024). Por ser uma doença com maiores índices de incidência conforme o aumento da idade, e considerando o envelhecimento populacional, o número absoluto de pessoas acometidas pela OA vem crescendo intensamente nas últimas décadas, com aumento de 102% na taxa bruta de incidência entre 1990 e 2017 (QUICKE *et al.*, 2022).

A OA pode se instalar em diversas articulações, como joelho, quadril e mão, no entanto a articulação do joelho é a mais amplamente acometida, tendo o sexo feminino maiores taxas de prevalência e incidência que o sexo masculino (GIORGINO *et al.*, 2023). Juntas, a OA de quadril e a OA de joelho (OAJ) se classificam como o 11º maior contribuinte para a incapacidade global, já que leva as pessoas acometidas a consequências funcionais, sociais e econômicas (CROSS *et al.*, 2014).

A dor é a principal manifestação clínica, apresenta alta prevalência e impacta significativamente na qualidade de vida de pessoas com OAJ (TROUVIN; PERROT, 2018). A dor inicialmente é relacionada à atividade física e subsequentemente passa a ser mais constante ao longo do tempo. À medida que se cronifica, a dor se torna mais incapacitante e com reflexos na qualidade de vida, humor e atividades diárias, impulsionando os pacientes a buscarem auxílio médico (ATUKORALA *et al.*, 2016). Apesar de haver uma progressão da dor ao longo dos anos de curso da doença, a dor na OA é bastante variável, podendo apresentar cursos com mais nuances e flutuações da dor, com grande variedade na intensidade e na frequência de crises de dor, com ou sem progressão significativa ao longo dos anos (COLLINS *et al.*, 2023).

Fatores fisiopatológicos podem explicar diferentes cursos de dor relacionada à OA, na qual fatores metabólicos, mecânicos, imunológicos e inflamatórios interagem entre si com

uma complexa inter-relação (MOBARESHI *et al.*, 2017). Além disso, mecanismos neurais periféricos e centrais apresentam influência sobre a dor relacionada à OA, especialmente nos casos de dor persistente (YU *et al.*, 2022). A dor ainda pode ser modulada por outros fatores, incluindo individuais, psicológicos e genéticos (EITNER; HOFMANN; SCHAIBLE, 2017).

Entre os mecanismos neurais que podem influenciar a percepção da dor em pacientes com OAJ, é muito comum os pacientes apresentarem as mudanças neuronais periféricas, que englobam a sensibilização dos nociceptores articulares, alterações neuropáticas, e mudanças estruturais na inervação local (EITNER; HOFMANN; SCHAIBLE, 2017). Essas alterações traduzem-se em limiares de excitação mais baixos, o que torna os nociceptores articulares mais propensos a disparar em resposta a estímulos dolorosos, nocivos ou não nocivos (OHASHI *et al.*, 2023). Esse aumento de resposta dos nociceptores periféricos recebe o nome de sensibilização periférica e explica os fenômenos de hiperalgesia e alodinia, comuns em pessoas com OA, e com papel crucial na exacerbação da dor (ARENDDT-NIELSEN *et al.*, 2010).

O aumento dos sinais captados na periferia sobe por vias ascendentes e são interpretados como exacerbação da dor pelo sistema nervoso central, em estruturas como tálamo e centros superiores somatossensoriais, interagindo de forma complexa com outras estruturas encefálicas, que desenvolvem as qualidades interpretativas (O'NEILL; FELSON, 2018). Desta forma, além da sensibilização periférica, a dor na OA pode ser intensificada por alterações no sistema nervoso central, por meio da amplificação de sinais nociceptivos ou redução dos mecanismos inibitórios de dor (SYX *et al.*, 2019). Uma das fontes de amplificação dos sinais nociceptivos em sistema nervoso central é a somação temporal, um fenômeno neurofisiológico de hiperexcitabilidade das vias ascendentes da dor, no qual estímulos dolorosos repetidamente ou continuamente aplicados resultam em amplificação da resposta dos neurônios do corno dorsal da medula espinal, favorecendo a sensibilização central da dor (LEE *et al.*, 2023). O aumento da somação temporal, frequente em pessoas com OA, pode provocar maior sensibilidade em tarefas que envolvam atividades repetidas, como caminhar, e agravar a persistência da dor, devido ao aumento da atividade neuronal (SCHAIBLE, 2012).

Os mecanismos de inibição endógena da dor referem-se à capacidade do corpo modular a dor sem a necessidade de intervenção externa (WAN *et al.*, 2018). A modulação condicionada da dor (MCD) é um parâmetro psicofísico usado para refletir a eficácia da inibição endógena da dor (NUWAILATI *et al.*, 2022). O paradigma do teste da modulação

condicionada da dor envolve a redução da dor de um estímulo doloroso quando um segundo estímulo doloroso é aplicado em um ponto do corpo distante, sendo que maiores reduções indicam mecanismos mais eficientes de inibição endógena da dor (YARNITSKY *et al.*, 2010).

A modulação da dor endógena disfuncional, o aumento da somação temporal e o aumento da hiperalgesia local e remota são considerados contribuintes relevantes para a cronificação da dor, sua difusão para áreas próximas ou remotas e o aumento da intensidade da dor (HATTORI *et al.*, 2024; SCHLIESSBACH *et al.*, 2019).

Assim, entende-se que tanto a sensibilização central quanto a sensibilização periférica contribuem para a experiência de dor persistente e intensa em pacientes com OAJ, o que torna ainda maiores os desafios do manejo clínico da doença. A sensibilização à dor prediz redução da qualidade de vida (RAKEL *et al.*, 2015) e menor resposta terapêutica a diversos tipos de tratamentos, como intervenções cirúrgicas (PETERSEN *et al.*, 2018), fisioterapêuticas (O'LEARY *et al.*, 2018) e associações de terapias para OAJ (ARENDDT-NIELSEN *et al.*, 2018). Além disso, a sensibilização à dor prediz a maior sensibilidade à atividade física (WIDEMAN *et al.*, 2014), um dos pilares para o tratamento conservador da OAJ (BANNURU *et al.*, 2019).

Assim, considerando que a redução da sensibilização à dor pode melhorar as respostas terapêuticas dos pacientes com OAJ, atuar terapêuticamente para a redução da sensibilização à dor pode ser uma estratégia interessante para melhores resultados clínicos. Neste sentido, recomendações específicas para a prática da atividade física podem ser incorporadas à terapia por exercícios para melhora da adesão e da resposta ao tratamento. Uma recomendação relevante em casos de sensibilização à dor é a exposição gradativa ao exercício, indicada para o controle de dor e a melhora de funcionalidade em pessoas com OAJ e alteração de processamento da dor (NIJS *et al.*, 2012). Adicionalmente, outras estratégias são recomendadas para tornar a prática do exercício possível para pessoas que apresentem alta intensidade de dor, como a abordagem individualizada (FINGLETON; SMART; DOODY, 2017), a dosagem apropriada para se evitar períodos de exacerbações dos sintomas, a participação ativa do paciente na progressão do programas de exercícios (COURTNEY; FERNÁNDEZ-DE-LAS-PEÑAS; BOND, 2017), a inclusão de exercícios em partes do corpo não dolorosas e o monitoramento de crises de sintomas e a não graduação do em caso de grande crise de sintomas (NIJS *et al.*, 2012).

O exercício físico promove benefícios para o sistema musculoesquelético e promover melhora dos sintomas para pessoas com OAJ (MO *et al.*, 2023). O exercício aeróbico acelera o metabolismo do tecido adiposo, previne a atrofia muscular, acelera a recuperação da cartilagem danificada, aumentar a imunidade do corpo e alivia a dor (ZENG *et al.*, 2021). Treinamentos de força aliviam a dor e a rigidez, aumentam a força muscular, melhoram a função física e aumentam a capacidade de absorção de choque dos músculos das extremidades inferiores durante a caminhada (ZENG *et al.*, 2021).

Uma maneira de associar os benefícios do exercício aeróbico e exercícios de fortalecimento muscular é a realização de treinamento em circuito. Esta estratégia inclui a realização repetida de exercícios resistidos multiarticulares e exercícios calistênicos, com pausas pequenas entre as séries, mantendo a frequência cardíaca elevada durante toda a sessão, promovendo melhora da força muscular, composição corporal, da resistência e da função cardiorrespiratória (DE ALMEIDA *et al.*, 2020). Se aplicada a pacientes com OAJ, esta técnica tem a capacidade de produzir melhora dos sintomas clínicos da doença e melhora da performance física, geralmente comprometida nessa população (DE ALMEIDA *et al.*, 2021).

O treinamento em circuito pode ser entregue a adultos com OAJ em programas de telerreabilitação, com alto nível de aceitação e com efeitos não inferiores aos que recebem programas de exercício presencial para intensidade da dor, função física, força muscular e catastrofização da dor (AILY *et al.*, 2023). Nesse modelo, os serviços são entregues em saúde por meio da tecnologia de telecomunicações, com a capacidade de promover acesso à fisioterapia, acompanhamento individualizado, acesso a conteúdo educacional e motivacional, aliado à economia de tempo e custos financeiros com deslocamentos (BENNELL *et al.*, 2020). As ferramentas digitais de comunicação vêm sendo utilizadas com sucesso para pessoas com dor crônica em joelhos, promovendo bons resultados clínicos e ampliando a adesão a programas de intervenção (BENNELL *et al.*, 2017).

Embora esteja bem estabelecido que a prática do exercício físico regular tenha efeitos na modulação da dor clínica em indivíduos com OAJ, os mecanismos responsáveis por esta não são totalmente compreendidos. Ibrahim *et al.* (2025), em uma revisão sistemática com meta-análise em rede, incluindo pessoas saudáveis e pessoas com dor crônica, identificou que o exercício físico, incluindo programas de fortalecimento muscular, exercício aeróbico, alongamentos, entre outros, pode modificar os índices de sensibilização à dor, utilizando diversos métodos de avaliação, como questionários ou medidas dos QST. Apesar de o

resultado ser muito relevante, as intervenções, os métodos de avaliação e a população eram bastante heterogêneas, o que pode interferir na interpretação dos dados.

Especificamente para pessoas com OAJ, os estudos sobre os efeitos de terapias por exercícios no processamento da dor e sua implicação na prática clínica ainda são escassos e contraditórios (HALL *et al.*, 2020). Poucos estudos foram realizados comparando grupo experimental com exercícios físicos com grupo controle sem exercícios. Moreira *et al.* (2021) identificaram que os exercícios de fortalecimento muscular promoveram redução da hiperalgesia e consequente melhora clínica de pacientes com OAJ (MOREIRA *et al.*, 2021). Entretanto, essas alterações foram identificadas ao longo do tempo, com a ausência de grupo controle sem exercício físico. Em um dos poucos estudos em que se comparou os efeitos de programa de exercícios com grupo controle, Henriksen *et al.* (2014) identificaram redução na sensibilidade à pressão após 12 semanas de exercícios regulares (HENRIKSEN *et al.*, 2014). Adicionalmente, identificaram tendência à redução da somação temporal no grupo que realizou a intervenção em relação ao grupo controle. Soriano-Maldonado *et al.* (2016) investigaram os efeitos da adição de injeção intra-articular de corticosteroides a um programa de exercícios de fortalecimento muscular nas medidas de limiares de dor à pressão e de somação temporal. Identificaram redução de cerca de 25% na somação temporal nos dois grupos, indicando que o programa de exercícios pode ter efeitos na excitabilidade em sistema nervoso central (SORIANO-MALDONADO *et al.*, 2016).

Outros estudos, entretanto, não identificaram efeitos de programas de exercícios no processamento da dor (CHANG *et al.*, 2017; DE PAULA GOMES *et al.*, 2018; HANSEN; VAEGTER; PETERSEN, 2020; OSTERAS; PAULSBERG, 2019). Para tais análises, foram realizadas comparações intragrupo, sem a devida comparação com grupo controle, o que pode ter prejudicado a qualidade e a interpretação dos resultados. Amostras pequenas e resultados conflitantes apresentados nas pesquisas citadas demonstram que as conclusões devem ser interpretadas com cautela e que a questão precisa ser mais bem investigada para que se chegue a um consenso.

Além da terapia por exercícios, a educação do paciente é considerada um dos pilares do tratamento para OAJ. As evidências atuais indicam que se a terapia por exercícios for combinada com a intervenção educacional, os resultados podem ser potencializados, promovendo maiores índices de redução da dor e melhora da função (SASAKI *et al.*, 2022). O *American College of Rheumatology*, a *Arthritis Foundation* e a *Osteoarthritis Research Society International* recomendam a educação do paciente, aplicada isoladamente ou em

combinação com outras terapias, como uma intervenção de primeira linha para esses pacientes (BANNURU *et al.*, 2019). Uma das maneiras de se trabalhar a educação do paciente é a Educação em Ciência da Dor, uma abordagem na qual os pacientes aprendem sobre o funcionamento do sistema nociceptivo, a sensibilização à dor, a multidimensionalidade da experiência da dor e sua relação com os fatores emocionais, e relacionam com a própria condição dolorosa, com o objetivo de auxiliar os pacientes a reconceituar sua dor como menos ameaçadora, adaptar estratégias ativas de enfrentamento e aplicar estratégias de dessensibilização (WATSON *et al.*, 2019). A educação em ciência da dor é especialmente recomendada para pacientes que apresentam sensibilização à dor, entre eles os pacientes com OAJ (STANTON *et al.*, 2020).

Outra opção de intervenção seria por meio de um formato multidisciplinar em grupo, no qual seriam combinadas sessões online ou presenciais para que o terapeuta auxilie os pacientes a refletirem sobre possíveis metas a serem estabelecidas, os ajude a solucionar problemas e manterem o pensamento positivo. Além disso, educação sobre a doença, medidas de proteção articular e metas e abordagens de exercícios também podem ser discutidas neste modelo (KOLASINSKI *et al.*, 2020). A educação do paciente pode ser usada isoladamente ou aplicada em associação com outros tratamentos, reduzindo a dor, melhorando a função e impactando positivamente nas terapias associadas (SINATTI *et al.*, 2022).

2.1 Referências

AILY, Jéssica B *et al.* Face-to-face and telerehabilitation delivery of circuit training have similar benefits and acceptability in patients with knee osteoarthritis: a randomised trial. **Journal of Physiotherapy**, [s. l.], vol. 69, p. 232–239, 2023.

ARENDRT-NIELSEN, Lars *et al.* Pain and Sensitization after Total Knee Replacement or Non-Surgical Treatment in Patients with Knee Osteoarthritis: Identifying Potential Predictors. **European Journal of Pain**, [s. l.], vol. 22, no. 6, p. 1088–1102, 2018. Available at: <https://doi.org/10.1002/ejp.1193>.

ARENDRT-NIELSEN, Lars *et al.* Sensitization in patients with painful knee osteoarthritis. **Pain**, [s. l.], vol. 149, no. 3, p. 573–581, 2010. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.pain.2010.04.003>

ATUKORALA, Inoshi *et al.* Is there a dose response relationship between weight loss and symptom improvement in persons with knee osteoarthritis? **Arthritis Care and Research**, [s. l.], vol. 68, no. 8, p. 1106–1114, 2016. Available at: <https://doi.org/doi:10.1002/acr.22805>

BANNURU, R. R. *et al.* OARSI guidelines for the non-surgical management of knee, hip, and polyarticular osteoarthritis. **Osteoarthritis and Cartilage**, [s. l.], vol. 27, no. 11, p. 1578–1589, 2019. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.joca.2019.06.011>

BENNEL, Kim *et al.* Behavior Change Text Messages for Home Exercise Adherence in Knee Osteoarthritis : Randomized Trial. **Journal of Medical Internet Research**, [s. l.], vol. 22, no. 9, p. e21749, 2020. Available at: <https://doi.org/10.2196/21749>

BENNEL, Kim L. *et al.* Effectiveness of an internet-delivered exercise and pain-coping skills training intervention for persons with chronic knee pain: A randomized trial. **Annals of Internal Medicine**, [s. l.], vol. 166, no. 7, p. 453–462, 2017. Available at: <https://doi.org/10.7326/M16-1714>

CHANG, Wei Ju *et al.* Addition of transcranial direct current stimulation to quadriceps strengthening exercise in knee osteoarthritis: A pilot randomised controlled trial. **PLoS ONE**, [s. l.], vol. 12, no. 6, p. 1–16, 2017. Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0180328>

COLLINS, J. E. *et al.* Quantifying sustained pain worsening in knee osteoarthritis. **Osteoarthritis and Cartilage**, [s. l.], vol. 31, no. 6, p. 802–808, 2023. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.joca.2023.03.012>

COURTNEY, Carol A.; FERNÁNDEZ-DE-LAS-PEÑAS, César; BOND, Samantha. Mechanisms of chronic pain—key considerations for appropriate physical therapy management. **Journal of Manual and Manipulative Therapy**, [s. l.], vol. 25, no. 3, p. 118–127, 2017. Available at: <https://doi.org/10.1080/10669817.2017.1300397>

CROSS, Marita *et al.* The global burden of hip and knee osteoarthritis: Estimates from the Global Burden of Disease 2010 study. **Annals of the Rheumatic Diseases**, [s. l.], vol. 73, no. 7, p. 1323–1330, 2014. Available at: <https://doi.org/10.1136/annrheumdis-2013-204763>

DE ALMEIDA, Aline Castilho *et al.* A periodized training attenuates thigh intermuscular fat and improves muscle quality in patients with knee osteoarthritis: results from a

randomized controlled trial. **Clinical Rheumatology**, [s. l.], vol. 39, no. 4, p. 1265–1275, 2020. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10067-019-04892-9>

DE ALMEIDA, Aline Castilho *et al.* Reductions of cardiovascular and metabolic risk factors after a 14-week periodized training model in patients with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial. **Clinical Rheumatology**, [s. l.], vol. 40, no. 1, p. 303–314, 2021. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10067-020-05213-1>

DE PAULA GOMES, Cid A F *et al.* Incorporation of Photobiomodulation Therapy Into a Therapeutic Exercise Program for Knee Osteoarthritis: A Placebo-Controlled, Randomized, Clinical Trial. **Lasers in Surgery and Medicine**, [s. l.], vol. 50, no. 8, p. 819–828, 2018. Available at: <https://doi.org/10.1002/lsm.22939>

EITNER, Annett; HOFMANN, Gunther O.; SCHAIBLE, Hans-Georg. Mechanisms of Osteoarthritic Pain. Studies in Humans and Experimental Models. **Frontiers in Molecular Neuroscience**, [s. l.], vol. 10, p. 349, 2017. Available at: <https://doi.org/doi:10.3389/fnmol.2017.00349> Mechanisms

FINGLETON, Caitríona; SMART, Keith M.; DOODY, Catherine M. Exercise-induced Hypoalgesia in People with Knee Osteoarthritis with Normal and Abnormal Conditioned Pain Modulation. **Clinical Journal of Pain**, [s. l.], vol. 33, no. 5, p. 395–404, 2017. Available at: <https://doi.org/10.1097/AJP.0000000000000418>

FU, Kai; ROBBINS, Sarah R.; MCDUGALL, Jason J. Osteoarthritis: The genesis of pain. **Rheumatology (United Kingdom)**, [s. l.], vol. 57, p. iv43–iv50, 2018. Available at: <https://doi.org/10.1093/rheumatology/kex419>

GIORGINO, Riccardo *et al.* Knee Osteoarthritis: Epidemiology, Pathogenesis, and Mesenchymal Stem Cells: What Else Is New? An Update. **International Journal of Molecular Sciences**, [s. l.], vol. 24, no. 7, 2023. Available at: <https://doi.org/10.3390/ijms24076405>

HALL, M. *et al.* Effect of exercise on pain processing and motor output in people with knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. **Osteoarthritis and Cartilage**, [s. l.], vol. 28, no. 12, p. 1501–1513, 2020. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.joca.2020.07.009>

HANSEN, Simon; VAEGTER, Henrik B; PETERSEN, Kristian K. Pretreatment Exercise-induced Hypoalgesia is associated With Change in Pain and Function After Standardized

Exercise Therapy in Painful Knee Osteoarthritis.pdf. **Clin J Pain**, [s. l.], vol. 36, no. 1, p. 16–24, 2020. Available at: <https://doi.org/10.1097/AJP.0000000000000771>

HATTORI, Takafumi *et al.* Pathology of knee osteoarthritis pain: Contribution of joint structural changes and pain sensitization to movement-evoked pain in knee osteoarthritis. **Pain Reports**, [s. l.], vol. 9, no. 1, p. E1124, 2024. Available at: <https://doi.org/10.1097/PR9.0000000000001124>

HENRIKSEN, Marius *et al.* Association of exercise therapy and reduction of pain sensitivity in patients with knee osteoarthritis: A randomized controlled trial. **Arthritis Care and Research**, [s. l.], vol. 66, no. 12, p. 1836–1843, 2014. Available at: <https://doi.org/10.1002/acr.22375>

KOLASINSKI, Sharon L. *et al.* 2019 American College of Rheumatology/Arthritis Foundation Guideline for the Management of Osteoarthritis of the Hand, Hip, and Knee. **Arthritis Care and Research**, [s. l.], vol. 72, no. 2, p. 149–162, 2020. Available at: <https://doi.org/10.1002/acr.24131>

LEE, Syoung *et al.* Association of mechanical temporal summation of pain with muscle co contraction during walking in people with knee osteoarthritis. **Clin Biomech (Bristol, Avon)**, [s. l.], vol. 110, p. 106105, 2023. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2023.106105>.

MARTEL-PELLETIER, Johanne *et al.* Osteoarthritis. **Nature Reviews Disease Primers**, [s. l.], vol. 2, 2016. Available at: <https://doi.org/10.1038/nrdp.2016.72>

MO, Ling *et al.* Exercise Therapy for Knee Osteoarthritis: A Systematic Review and Network Meta-analysis. **Orthopaedic Journal of Sports Medicine**, [s. l.], vol. 11, no. 5, p. 1–10, 2023. Available at: <https://doi.org/10.1177/23259671231172773>

MOBARESHI, A *et al.* The role of metabolism in the pathogenesis of osteoarthritis. **Nature Reviews Rheumatology**, [s. l.], vol. 13, no. 5, p. 302–311, 2017.

MOREIRA, Vanessa Martins Pereira Silva *et al.* A comparison of the efficacy of nonweight-bearing and weight-bearing exercise programmes on function and pain pressure thresholds in knee osteoarthritis: a randomised study. **European Journal of Physiotherapy**, [s. l.], vol. 23, no. 3, p. 171–178, 2021. Available at: <https://doi.org/10.1080/21679169.2019.1663928>

NIJS, J. *et al.* Dysfunctional endogenous analgesia during exercise in patients with chronic pain: to exercise or not to exercise? **Pain physician**, [s. l.], vol. 15, no. 3 Suppl, 2012.

NUWAILATI, Rania *et al.* Reliability of conditioned pain modulation in healthy individuals and chronic pain patients: a systematic review and meta-analysis. **Scandinavian Journal of Pain**, [s. l.], vol. 22, no. 2, p. 262–278, 2022. Available at: <https://doi.org/10.1515/sjpain-2021-0149>

O'NEILL, Terence W.; FELSON, David T. Mechanisms of Osteoarthritis (OA) Pain. **Current Osteoporosis Reports**, [s. l.], vol. 16, no. 5, p. 611–616, 2018. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11914-018-0477-1>

OHASHI, Yoshihisa *et al.* Mechanisms of Peripheral and Central Sensitization in Osteoarthritis Pain. **Cureus**, [s. l.], vol. 15, no. 2, 2023. Available at: <https://doi.org/10.7759/cureus.35331>

OSTERAS, Havard; PAULSBERG, Fredrik. The Effect of Medical Exercise Therapy on Pressure Sensitivity in Patients with Knee Osteoarthritis: A Cohort Pilot Study. **Pain and Therapy**, [s. l.], vol. 8, p. 79–87, 2019. Available at: <https://doi.org/doi.org/10.1007/s40122-019-0121-5>

O'LEARY, Helen *et al.* **Pain sensitization associated with nonresponse after physiotherapy in people with knee osteoarthritis.** [S. l.: s. n.], 2018. ISSN 18726623.vol. 159 Available at: <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000001288>

PETERSEN, Kristian Kjær *et al.* The Role of Preoperative Radiological Severity, Sensory Testing, and Temporal Summation on Chronic Postoperative Pain following Total Knee Arthroplasty. **Clinical Journal of Pain**, [s. l.], vol. 34, no. 3, p. 193–197, 2018. Available at: <https://doi.org/10.1097/AJP.0000000000000528>

QUICKE, J. G. *et al.* Osteoarthritis year in review 2021: epidemiology & therapy. **Osteoarthritis and Cartilage**, [s. l.], vol. 30, no. 2, p. 196–206, 2022. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.joca.2021.10.003>

RAKEL, Barbara *et al.* Mechanical Hyperalgesia and Reduced Quality of Life Occur in People With Mild Knee Osteoarthritis Pain. **Clin J Pain**, [s. l.], vol. 31, no. 4, p. 315–322, 2015. Available at: <https://doi.org/DOI: 10.1097/AJP.0000000000000116>

ROUX, Christian Hubert; FERRERO, Stephanie. Epidemiology of osteoarthritis. **Revue du Rhumatisme (Edition Francaise)**, [s. l.], vol. 91, no. 4, p. 496–502, 2024. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.rhum.2024.03.001>

SASAKI, Ryo *et al.* Effect of exercise and/or educational interventions on physical activity and pain in patients with hip/knee osteoarthritis: A systematic review with meta-analysis. **PLoS ONE**, [s. l.], vol. 17, no. 11 November, p. 1–23, 2022. Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0275591>

SCHAIBLE, Hans Georg. Mechanisms of chronic pain in osteoarthritis. **Current Rheumatology Reports**, [s. l.], vol. 14, no. 6, p. 549–556, 2012. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11926-012-0279-x>

SCHLIESSBACH, Jürg *et al.* Reference values of conditioned pain modulation. **Scandinavian Journal of Pain**, [s. l.], vol. 19, no. 2, p. 279–286, 2019. Available at: <https://doi.org/10.1515/sjpain-2018-0356>

SINATTI, Pierluigi *et al.* Effects of Patient Education on Pain and Function and Its Impact on Conservative Treatment in Elderly Patients with Pain Related to Hip and Knee Osteoarthritis: A Systematic Review. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s. l.], vol. 19, no. 10, p. 1–17, 2022. Available at: <https://doi.org/10.3390/ijerph19106194>

SORIANO-MALDONADO, Alberto *et al.* Intra-Articular Corticosteroids in Addition to Exercise for Reducing Pain sensitivity in Knee Osteoarthritis: Exploratory Outcome from a Randomized Controlled Trial. [s. l.], vol. 11, no. 2, p. e0149168, 2016. Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0149168>

STANTON, Tasha R *et al.* A pain science education and walking program to increase physical activity in people with symptomatic knee osteoarthritis : a feasibility study. **Pain**, [s. l.], vol. 5, p. e830, 2020.

SYX, Delfien *et al.* Peripheral mechanisms contributing to osteoarthritis pain. **Curr Rheumatol Rep**, [s. l.], vol. 20, no. 2, p. 9, 2019. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11926-018-0716-6>

TROUVIN, Anne Priscille; PERROT, Serge. Pain in osteoarthritis. Implications for optimal management. **Joint Bone Spine**, [s. l.], vol. 85, no. 4, p. 429–434, 2018. Available at:

<https://doi.org/10.1016/j.jbspin.2017.08.002>

VINCENT, Tonia L. Mechano inflammation in osteoarthritis pathogenesis. [*s. l.*], vol. 49, p. 36–38, 2019.

WAN, Dawn Wong Lit *et al.* Pain Adaptability in Individuals With Chronic Musculoskeletal Pain Is Not Associated With Conditioned Pain Modulation. **Journal of Pain**, [*s. l.*], vol. 19, no. 8, p. 897–909, 2018. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2018.03.002>

WATSON, J A *et al.* Pain Neuroscience Education for Adults with Chronic Musculoskeletal Pain: A Mixed-Methods Systematic Review and Meta-Analysis. **The Journal of Pain**, [*s. l.*], vol. 20, no. 10, p. 1140e1-1140e22, 2019.

WIDEMAN, Timothy H. *et al.* Increased sensitivity to physical activity among individuals with knee osteoarthritis: Relation to pain outcomes, psychological factors, and responses to quantitative sensory testing. **Pain**, [*s. l.*], vol. 155, no. 4, p. 703–711, 2014. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.pain.2013.12.028>

YARNITSKY, David *et al.* Recommendations on terminology and practice of psychophysical DNCI testing. **Europeans Journal of Pain**, [*s. l.*], vol. 14, p. 339, 2010. Available at: <https://doi.org/doi:10.1016/j.ejpain.2010.02.004>

YU, Huan *et al.* Osteoarthritis Pain. **International Journal of Molecular Sciences**, [*s. l.*], vol. 23, no. 9, p. 1–22, 2022. Available at: <https://doi.org/10.3390/ijms23094642>

ZENG, Chu Yang *et al.* Benefits and Mechanisms of Exercise Training for Knee Osteoarthritis. **Frontiers in Physiology**, [*s. l.*], vol. 12, no. December, 2021. Available at: <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.794062>

3. OBJETIVOS GERAIS DA TESE

Considerando as questões já expostas, a tese explorou três diferentes estudos com os seguintes objetivos:

- 1) investigar a) se existe correlação entre a qualidade do sono e medidas sensoriais quantitativas; b) investigar se as medidas dos testes sensoriais quantitativos estão mais associadas à qualidade do sono do que os outros fatores preditivos já estabelecidos na literatura: intensidade da dor, presença de sintomas de ansiedade e depressão e baixo nível de atividade física; e c) correlacionar os fatores preditivos para a má qualidade do sono com os componentes do sono: qualidade subjetiva do sono, latência do sono, duração do sono, eficiência habitual do sono, distúrbios do sono, uso de medicamentos para dormir e disfunção durante o dia;
- 2) avaliar a viabilidade e aceitabilidade de um programa de exposição gradativa ao exercício por meio de treinamento em circuito associado a um programa de educação do paciente versus um programa de educação do paciente isoladamente em pacientes com OAJ;
- 3) investigar se o treinamento em circuito personalizado entregue remotamente promove efeitos no processamento da dor, determinados por limiares de dor à pressão, somação temporal e modulação condicionada da dor em pacientes com OAJ, em comparação a um grupo de controle.

4. MANUSCRITO 1

Versão em português de artigo submetido ao periódico *Sleep Science*.

LIMIAR DE DOR À PRESSÃO E A SOMAÇÃO TEMPORAL PREDIZEM MÁ QUALIDADE DO SONO NA OSTEOARTRITE DO JOELHO

Paula J F Venturini; Marialice G da Silva; Natália A Casonato; Filipe E Sette; Stela M Mattiello

5.1 Resumo

A associação entre qualidade do sono e sensibilização à dor, medida por testes sensoriais quantitativos, é pouco explorada na osteoartrite do joelho.

Objetivos: o objetivo deste estudo foi investigar se na osteoartrite do joelho há associação da qualidade do sono com: limiares de dor à pressão locais e remotos, modulação condicionada da dor, somação temporal e número de articulações dolorosas. O segundo objetivo foi investigar se a sensibilização à dor influencia mais a qualidade do sono do que os outros fatores preditivos estabelecidos: intensidade da dor, ansiedade e depressão e nível de atividade física.

Métodos: pacientes com osteoartrite de joelho, com idade igual ou superior a 40 anos e intensidade de dor ≥ 4 , responderam ao Índice de Qualidade do Sono de Pittsburgh e à Escala Hospitalar de Ansiedade e Depressão, relataram intensidade de dor e atividade física regular e preencheram um mapa corporal. Os participantes foram submetidos aos seguintes testes: limiares de dor à pressão (joelho e antebraço), somação temporal e modulação condicionada da dor. Um algômetro de pressão e água fria (4°C) foram utilizados para os testes. Foram realizados testes de correlação de Pearson e análise regressiva com SPSS 26.0 e nível de significância de 5%.

Resultados: oitenta participantes (61,30% do sexo feminino) foram incluídos no estudo, com média de idade de 58,47 ($\pm 9,79$) anos. A somação temporal, o limiar de dor à pressão local e a depressão e ansiedade foram associados à má qualidade do sono, especificamente aos componentes qualidade subjetiva do sono, duração do sono, eficiência do sono, distúrbios do sono e disfunção durante o dia.

Conclusão: a má qualidade do sono foi associada à sensibilização à dor, ansiedade e depressão. A triagem e o tratamento dessas condições são essenciais no manejo da má qualidade do sono na osteoartrite do joelho.

Palavras-chave: osteoartrite do joelho, qualidade do sono, limiar de dor, ansiedade, depressão.

5.2 Introdução

A osteoartrite do joelho (OAJ) é uma doença articular crônica e degenerativa e uma das principais causas de dor e incapacidade (VINA; KWOH, 2018), com uma estimativa mundial de 212 milhões de pessoas atualmente afetadas e uma perspectiva de alto crescimento em sua prevalência (HUNTER, D. J.; BIERMA-ZEINSTR, 2019). A dor é a manifestação dominante e, associada à incapacidade funcional, tem grande impacto na qualidade de vida das pessoas com OAJ. Nessa população, é comum desenvolver sensibilização à dor, o que aumenta a intensidade da dor e prediz pior qualidade de vida e menor responsividade aos tratamentos (O'LEARY *et al.*, 2018; RAKEL *et al.*, 2015).

A sensibilização periférica ocorre em indivíduos com OAJ devido a inflamação e a pressão mecânica na articulação do joelho, provocando um aumento na sensibilidade local a estímulos nociceptivos (FELSON, 2005). Por outro lado, a sensibilização central ocorre devido ao processamento alterado de estímulos nociceptivos no sistema nervoso central, originados de impulsos ectópicos e baixos limiares nociceptivos (RANKIN *et al.*, 2022). Os testes sensoriais quantitativos (QST) quantificam a sensibilidade do sistema nervoso à entrada nociceptiva e está significativamente relacionado aos processos de sensibilização à dor (ARENDRT-NIELSEN *et al.*, 2010).

O limiar de dor à pressão (LDP) é uma medida estática de hiperalgesia (RANKIN *et al.*, 2022). O LDP próximo à articulação afetada baixo indica hiperalgesia e pode ser interpretado como sensibilização à dor periférica. Inversamente, valores mais altos de LDP indicam hipotalgesia local. Se o LDP remoto, ou seja, distante da região sintomática primária, for menor, pode ser interpretado como sensibilização central ou hiperalgesia à pressão generalizada (RANKIN *et al.*, 2022). A modulação condicionada da dor (MCD) e a somação temporal (ST) são medidas dinâmicas de sinalização nociceptiva no sistema nervoso central (EGSGAARD *et al.*, 2015). Elas exploram os mecanismos centrais de percepção da dor por meio de estímulos repetitivos ou contínuos ao longo de um determinado período, segundos ou minutos (ROLKE *et al.*, 2006). Enquanto a MCD indica como as vias descendentes da dor podem interferir na inibição da percepção da dor, a ST indica a excitabilidade das vias ascendentes da dor (EGSGAARD *et al.*, 2015). O número de articulações dolorosas medido pelo desenho no mapa corporal reflete a hiperalgesia generalizada e está associado à sensibilização central da dor (FELSON *et al.*, 2017). Pacientes com OAJ geralmente apresentam limiares de dor mais baixos (a estímulos frios, de calor e de pressão), hiperalgesia a estímulos elétricos e em pontada,

aumento da ST, disfunções na MCD (FINGLETON *et al.*, 2015) e sinais de anormalidades sensoriais (ARENDRT-NIELSEN, 2017). A ST vem ganhando destaque por predizer a evolução dos sintomas de OAJ, é um dos principais contribuintes para a experiência atual e futura da dor de OAJ (HERTEL, Emma *et al.*, 2024), além de ser um preditor de dor persistente após artroplastia total do joelho (VIGOTSKY *et al.*, 2024).

Além das mudanças no processamento da dor, as pessoas com dor crônica costumam apresentar distúrbios do sono, como insônia. Estima-se que três quartos da população com dor crônica apresentem distúrbios do sono, que tendem a ser mais prevalentes nas próximas décadas (FINAN; GOODIN; SMITH, 2014). Estudos sugerem que a alta intensidade da dor (WANG *et al.*, 2024), a presença de sintomas depressivos (AKINTAYO *et al.*, 2019) e o baixo nível de atividade física (GILBERT *et al.*, 2022) estejam associados ao sono ruim em pessoas com OAJ. Embora essas relações tenham sido bem descritas na literatura, não está claro quais fatores estão mais associados à má qualidade do sono nessa população. Outro fator que pode estar relacionado à qualidade do sono é a sensibilidade a estímulos nociceptivos e a percepção nociceptiva alterada no sistema nervoso central. Por meio de uma investigação focada nessa relação em pessoas saudáveis, Herttel *et al.* (2023) identificaram que interrupções na continuidade do sono podem induzir aumento da sensibilidade a estímulos nociceptivos (HERTEL, E; MCPHEE; PETERSEN, 2023), sugerindo uma associação entre má qualidade do sono e sensibilização à dor. Em uma pesquisa bibliográfica, identificamos que a relação entre o aumento da sensibilidade a estímulos nociceptivos e a qualidade do sono é pouco estudada em populações com dor crônica. Poucos artigos analisaram essa relação e nenhum especificamente em pacientes com OAJ (AOYAGI *et al.*, 2022; DOS SANTOS BENTO *et al.*, 2023; LEE *et al.*, 2009). Dessa forma, a associação entre a qualidade do sono e a sensibilização à dor, mensurada pelo QST estático e dinâmico, em pessoas com OAJ não é clara.

Diante da escassez de informações sobre o tema, considerando que os problemas de sono e OAJ estão se tornando mais prevalentes e que a compreensão da relação entre os mecanismos do sono e da dor é essencial para o manejo clínico eficiente na OAJ, estabelecemos três objetivos para este estudo com pacientes com OAJ. O primeiro objetivo foi investigar se existe correlação entre a qualidade do sono e as seguintes medidas: LDP local e remoto, MCD, ST e o número de articulações dolorosas. O segundo objetivo deste estudo foi investigar se as medidas dos QST estão mais associadas à qualidade do sono do que os outros fatores preditivos estabelecidos: intensidade da dor, presença de sintomas de ansiedade e depressão e baixo nível

de atividade física. Além disso, para entender quais componentes do sono estão mais relacionados às variáveis preditoras, o terceiro objetivo deste estudo foi correlacionar os fatores preditivos para a má qualidade do sono com os componentes do sono: qualidade subjetiva do sono, latência do sono, duração do sono, eficiência habitual do sono, distúrbios do sono, uso de medicamentos para dormir e disfunção durante o dia. A hipótese inicial era uma associação entre sensibilização à dor, mensurada pelo QST e pior qualidade do sono em pacientes com OAJ.

5.3 Materiais e métodos

Trata-se de um estudo transversal que analisou dados de um projeto em andamento realizados no Laboratório de Análise da Função Articular da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), após aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFSCar (CAAE-52917921400005504). Antes de sua participação, os voluntários foram informados sobre os procedimentos, concordaram em participar e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Foram garantidas as diretrizes da Lei Geral de Proteção de Dados.

5.3.1 Amostra e elegibilidade

O cálculo do tamanho amostral indicou um mínimo de 44 participantes, com base em um poder de 80%, um erro tipo I de 5% e uma correlação moderada entre as variáveis (r^2 parcial = 0,16) (DOS SANTOS BENTO *et al.*, 2023). O cálculo foi realizado por meio do software GPower 3.1.9.7.

Foram elegíveis participantes com idade igual ou superior a 40 anos, de ambos os sexos, com diagnóstico clínico de OAJ uni ou bilateral, de acordo com os critérios do *American College of Rheumatology*. A dor no joelho com intensidade ≥ 4 na escala numérica de dor de 0 a 10 (END 0-10) na semana anterior à avaliação por pelo menos 3 meses deveria ser o sintoma primário. Para os participantes que apresentaram OAJ bilateral, o lado mais sintomático foi utilizado para as avaliações.

Foram excluídos deste estudo indivíduos com história de trauma ou lesões musculares, lesão de menisco ou ligamentos do joelho, que haviam sido submetidos à infiltração de corticoides no joelho nos 30 dias anteriores às avaliações ou com história de cirurgia de membros inferiores. Foram excluídos indivíduos com relato de doenças reumáticas, síndromes

dolorosas crônicas, neuropatias periféricas (moderadas ou graves), déficits motores, doenças neuromusculares e doenças cardiovasculares graves ou não controladas. A incapacidade de seguir instruções e de se mover sem um dispositivo auxiliar foi motivo de exclusão. A Avaliação Cognitiva de Montreal (MoCA) foi aplicada para detectar a incapacidade de entender e seguir instruções.

5.3.2 Avaliações

As avaliações foram realizadas no Departamento de Fisioterapia da UFSCar. Medidas antropométricas, sociodemográficas e Índice de *Western Ontario e McMaster Universities Arthritis Index* (WOMAC) foram coletados para caracterizar a amostra. As seguintes medidas foram utilizadas para as análises primárias.

5.3.2.1 Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI)

Para avaliar a qualidade do sono, o PSQI foi aplicado aos participantes. Esse questionário foi traduzido, adaptado culturalmente e validado para o Português-Brasil (2008) (BERTOLAZI, 2008). A escala avalia sete componentes do sono: qualidade subjetiva, latência, duração, eficiência habitual, distúrbios do sono, uso de medicação para dormir e disfunção durante o dia. O resultado final é estabelecido pela soma de todos os componentes (BERTOLAZI, 2008). O resultado final varia de 0 a 21 pontos e escores maiores que 5 indicam má qualidade do sono tanto para homens quanto para mulheres (SPIRA *et al.*, 2012).

5.3.2.2 Limiar de dor à pressão

LDP foi medido com um algômetro de pressão OE220 (ITO *Physiotherapy and Rehabilitation*, Ito, Japão), com velocidade de aumento da pressão de cerca de 0,3 Kg/s. Os participantes foram instruídos a apertar o botão quando a sensação de pressão se tornasse dolorosa e, nesse momento, o teste foi imediatamente interrompido e os valores alcançados foram registrados. As medidas foram realizadas nos seguintes pontos: linha articular medial do joelho mais sintomático e quarto proximal do extensor longo do músculo carpo no lado contralateral. O teste foi realizado três vezes para cada ponto, com intervalo de 30 segundos entre as medidas, e a média das medidas foi utilizada para análise estatística. A confiabilidade no método foi estabelecida por Marcuzzi *et al.* (2017) (MARCUIZZI *et al.*, 2017).

5.3.2.3 Somação temporal

A ST foi avaliada com o algômetro de pressão no músculo quadríceps no lado mais sintomático (JOERGENSEN *et al.*, 2013). Após a verificação do LDP para determinação da intensidade do estímulo, foram aplicadas 10 pressões, com intervalos de 1 segundo entre elas. Os voluntários classificaram a intensidade da dor em END 0-10 no primeiro, quinto e décimo estímulos. A diferença na intensidade da dor entre o décimo e o primeiro estímulos foi utilizada para análise estatística. A metodologia do teste de ST é baseada no estudo de Rampazo et al. (2021) (RAMPAZO *et al.*, 2021).

5.3.2.4 Modulação Condicionada da Dor

A MCD foi avaliada com o algômetro de pressão, para os estímulos do teste de pressão, e um recipiente com água a 4°C, para o estímulo tônico condicionante da dor. A MCD comparou a intensidade de dor causada pelos estímulos teste antes e imediatamente após a aplicação do estímulo condicionante da dor. Para estabelecer a intensidade dos estímulos do teste, foram realizadas medidas com um algômetro na linha articular medial do joelho mais sintomático, com a aplicação de pressão crescente (0,3 kg/s) até que a intensidade de dor atingisse 5 na END 0-10. A pressão registrada foi usada como estímulo teste. Em seguida, foi realizado o teste para classificação da dor evocada pelo estímulo teste. Desta vez, o teste foi realizado com rápido aumento da pressão até atingir a pressão alvo, e o estímulo foi aplicado durante 5 segundos. A intensidade da dor foi graduada em END 0-10. Posteriormente, o teste pressor ao frio foi realizado como estímulo condicionante. Os participantes mergulharam a mão contralateral ao joelho mais sintomático no recipiente com água fria por 60 segundos. Imediatamente após a retirada da mão, foi realizado novamente o teste com o algômetro, para classificação da dor evocada pelo estímulo teste, utilizando a mesma metodologia descrita anteriormente. As diferenças na END antes e após o teste de estresse ao frio foram utilizadas para análise estatística. O aumento da intensidade da dor no teste final em relação ao teste inicial indica facilitação da dor, enquanto sua redução indica inibição da dor. O procedimento é baseado no protocolo aplicado por De Martino et al. (2020) (DE MARTINO *et al.*, 2019).

5.3.2.5 Ansiedade e Depressão

Para avaliar os componentes emocionais dos participantes, foi realizada a detecção de sintomas de ansiedade e depressão por meio da Escala Hospitalar de Ansiedade e Depressão (HADS) (BOTEGA *et al.*, 1998). Esse questionário tem alta sensibilidade e é capaz de discriminar a presença ou ausência de sintomas de ansiedade e/ou depressão (WILKINSON;

BARCZAK, 1988). O questionário é composto por duas subescalas, para triagem de ansiedade e triagem de depressão. Cada subescala contém 7 questões, que recebem uma pontuação de 0 a 3 pontos. O escore final de cada subescala varia de 0 a 21 pontos, sendo que escores maiores que 8 em qualquer uma das subescalas indicam a presença do transtorno emocional avaliado (WILKINSON; BARCZAK, 1988).

5.3.2.6 Intensidade de dor e atividade física semanal

Os participantes classificaram a intensidade média da dor nos sete dias anteriores em END 0-10 e relataram o número total de minutos de atividade física realizada semanalmente no mês anterior à avaliação.

5.3.2.7 Mapa corporal

O número de áreas dolorosas e a presença de dor generalizada podem ser indicativos de sensibilização central à dor (FELSON *et al.*, 2017). Para avaliar o número de articulações dolorosas do participante na maioria dos sete dias anteriores à avaliação, os participantes preencheram um mapa corporal impresso.

5.3.3 Análise dos dados

O Statistical Software Package for Social Science versão 26.0 (SPSS Inc, Chicago, IL) foi usado para análise estatística. As características dos participantes foram calculadas por meio de estatística descritiva. Em seguida, foram realizadas três etapas de análise estatística: primeiramente, determinou-se quais índices de sensibilização à dor (QST e mapa corporal) estão mais correlacionados com a qualidade do sono, por meio de um teste de correlação de Pearson entre a qualidade do sono dos participantes e as variáveis LDP local e remoto, número de articulações dolorosas, MCD e ST. Na segunda etapa, as variáveis que apresentaram correlação estatisticamente significativa com a má qualidade do sono foram utilizadas para identificar os principais preditores em pessoas com OAJ, juntamente com os demais preditores já relatados na literatura (atividade física, intensidade da dor, ansiedade e depressão). Para isso, foi utilizado um modelo de regressão linear múltipla (*backward*) para estabelecer a associação entre a qualidade do sono (variável dependente) e a intensidade da dor, ansiedade e depressão, nível de atividade física e índices de sensibilização à dor que se correlacionaram com a qualidade do sono (variáveis independentes).

Para identificar se os preditores de má qualidade do sono estabelecidos na segunda etapa de análises deste estudo estão correlacionados com algum componente específico do sono, a terceira análise, um teste de correlação de Pearson, foi realizada entre os preditores de má qualidade do sono e os sete componentes do sono avaliados pelo PSQI. Para todas as análises, o nível de significância foi estabelecido em 5%.

5.4 Resultados

Os participantes foram recrutados e avaliados de março de 2022 a setembro de 2023. Foram incluídos no estudo 80 participantes (Figura 1). A média de idade (\pm desvio-padrão) dos participantes foi de 58,47 (\pm 9,79) anos e a média do índice de massa corpórea foi de 30,80 (\pm 5,71); 49 (61,30%) eram do sexo feminino. A Tabela 1 descreve todas as características dos participantes e os resultados das variáveis. Não houve dados faltantes.

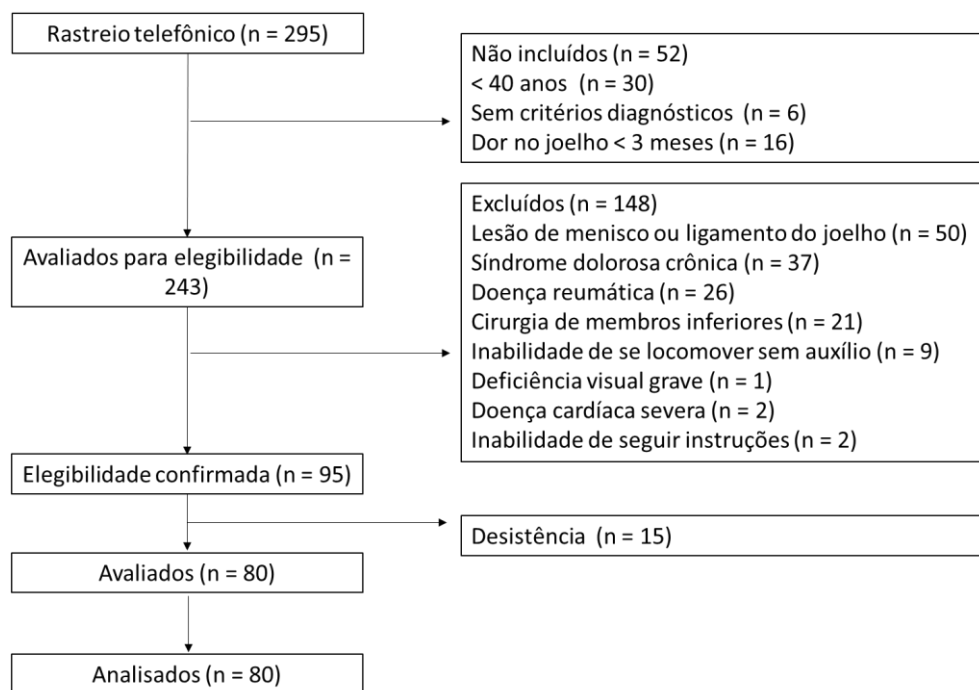


Figura 1: Fluxograma.

Tabela 1: Características dos participantes e resultados das variáveis.

Características dos participantes	Resultados (% or SD)
Número de participantes (n)	80 (100%)
Mulheres (n)	49 (61.30%)
Idade (anos)	58.47 (\pm 9.79)
Duração da doença (anos)	5.66 (\pm 5.47)
Intensidade de dor (0-10)	5.51 (\pm 2.64)
Womac (pontuação total)	46.30 (\pm 17.69)
IMC (índice)	30.80 (\pm 5.71)
Escolaridade (anos)	
Mais de 8 anos (Ensino fundamental)	24 (30.00%)
Entre 9 e 11 anos (ensino médio)	34 (42.50%)
Mais de 12 anos (Ensino superior)	22 (27.50%)
Comorbidades	
Hipertensão arterial (n)	39 (48.75%)
Diabetes Mellitus (n)	12 (15.00%)
Obesidade (n)	41 (51.25%)
Asma (n)	3 (3.75%)
Resultados das variáveis	
PSQI (pontuação total)	8.48 (\pm 4.19)
PSQI qualidade subjetiva do sono	1.21 (\pm 0.90)
PSQI latência do sono	1.46 (\pm 0.89)
PSQI duração do sono	1.00 (\pm 1.08)
PSQI eficiência habitual do sono	0.91 (\pm 1.06)
PSQI distúrbios do sono	2.03 (\pm 0.66)
PSQI uso de medicação para o sono	0.91 (\pm 1.30)
PSQI disfunção durante o dia	0.86 (\pm 0.95)
HADS (pontuação total)	13.49 (\pm 6.93)
LDP joelho (kg/cm ²)	3.65 (\pm 1.62)
LPD antebraço (kg/cm ²)	3.37 (\pm 1.62)
Atividade física (minutos/semana)	27.25 (\pm 49.35)
Intensidade de dor (END 0-10)	5.51 (\pm 2.64)
ST	1.83 (\pm 1.97)
MCD	-0.58 (\pm 1.73)
Número de articulações dolorosas	3.05 (\pm 3.39)

PSQI - Pittsburgh Sleep Quality Index; HADS – Escala Hospitalar de Ansiedade e depressão; LDP – limiar de dor à pressão; ST – somação temporal; MCD – modulação condicionada da dor.

A Tabela 2 mostra o resultado do teste de correlação de Pearson entre os índices de sensibilização à dor (QST e mapa corporal) e a qualidade do sono. A qualidade do sono foi

avaliada pelo valor total da escala PSQI, ou seja, a soma de seus sete componentes. Correlações estatisticamente significantes foram identificadas entre má qualidade do sono e: LDP local, LDP remoto e ST. Quanto maior o índice PSQI, pior a qualidade do sono e quanto menor o LDP, maior a sensibilidade à dor. Assim, a correlação de Pearson entre o LDP e a qualidade do sono apresentou sinal negativa, pois é uma relação inversa, o que indica que quanto maior a sensibilidade à dor local, pior a qualidade do sono. Por outro lado, a correlação entre ST e qualidade do sono está acima de zero, pois em ambos os casos, quanto maior o resultado, mais afetada é a pessoa. Dessa forma, o resultado indica que quanto maior a ST, pior a qualidade do sono.

Tabela 2: Correlação de Pearson entre sensibilização à dor e pontuação total do PSQI.

		PSQI	Articulações dolorosas	LPD joelho	LPD antebraço	ST	MCD
PSQI	Pearson ρ	1	0.161	-0.358**	-0.297**	0.302**	0.001
Pontuação total	Significância p	-	0.153	0.001**	0.007**	0.006**	0.990

PSQI - Pittsburgh Sleep Quality Index – pontuação total; LDP – limiares de dor à pressão; ST – somação temporal; MCD – modulação condicionada da dor; ρ – Índice de correlação Pearson; p – significância; Articulações dolorosas – número de articulações doloridas no mapa corporal. * - a correlação é significativa no nível 0,05; ** a correlação é significativa no nível 0.01.

A Tabela 3 descreve a variabilidade da qualidade do sono em contraste com a intensidade de dor, ansiedade e depressão, nível de atividade física, LDP local, LDP remoto e ST. O modelo final (modelo 4) indicou que o LDP local, a ST e a presença de sintomas de ansiedade e depressão juntos foram capazes de explicar 27,0% da qualidade do sono. Se o LDP local e a ST estiverem estáveis, a presença de sintomas de ansiedade e depressão prediz 31,9% de má qualidade do sono ($p < 0,005$). Quando a presença de sintomas de ansiedade e depressão e ST são estáveis, o LDP local prediz 30,5% de má qualidade do sono ($p < 0,005$). Quando o LDP local e os sintomas de ansiedade e depressão estão estáveis, a ST prediz 21,9% de má qualidade do sono ($p < 0,05$).

Tabela 3: Modelo de regressão linear múltipla (*backward*) explicando a associação entre qualidade do sono (variável dependente) e ansiedade e depressão, LDP local, LDP remoto, ST, nível de atividade física e intensidade de dor (preditores).

	B	SE B	β	p	R2	R2 ajustado	Durbin Watson
Modelo 1					0.342	0.288	
Constante	7.350	1.776		0.000			
HADS Total	0.183	0.059	0.302	0.003**			
LDP joelho	-0.497	0.305	-0.191	0.107			
LPD antebraço	-0.566	0.391	0.169	0.152			
ST	0.458	0.207	0.215	0.030*			
Atividade física	0.001	0.008	0.016	0.873			
Intensidade de dor	0.275	0.155	0.173	0.079			
Modelo 2					0.342	0.298	
Constante	7.435	1.684		0.000			
HADS Total	0.182	0.058	0.300	0.003**			
LDP joelho	-0.495	0.302	-0.191	0.106			
LDP antebraço	-0.574	0.385	-0.172	0.140			
ST	0.457	0.205	0.215	0.029*			
Intensidade de dor	0.272	0.152	0.171	0.079			
Modelo 3					0.322	0.286	
Constante	6.543	1.587		0.000			
HADS Total	0.185	0.059	0.305	0.002**			
LDP joelho	-0.753	0.250	-0.290	0.004*			
ST	0.433	0.207	0.204	0.039*			
Intensidade de dor	0.254	0.153	0.160	1.102			
Modelo 4					0.298	0.270	2.051
Constante	7.912	1.370		0.000			
HADS Total	0.193	0.059	0.319	0.002**			
LDP joelho	-0.791	0.252	-0.305	0.002**			
ST	0.465	0.208	0.219	0.028*			

Preditores: HADS (Hospital Anxiety and Depression Scale), LDP joelho (limiar de dor à pressão no joelho), ST (Somação temporal), Atividade física, e Intensidade de dor. Variável dependente: Qualidade de sono (Pittsburgh Sleep Quality Index).

As associações positivas da qualidade do sono com a ST e os sintomas de ansiedade e depressão indicam que quanto maior a excitabilidade das vias ascendentes da dor e sintomas de ansiedade e depressão, pior a qualidade do sono. Em relação ao LDP do joelho, sua relação com a qualidade do sono é inversa, pois quanto menor o seu valor, maior a sensibilidade à dor, que está associada a pior qualidade do sono. Assim, pode-se afirmar que quanto maior a presença

de sintomas de ansiedade e depressão e quanto maior a sensibilidade à dor e a percepção da dor, pior a qualidade do sono.

A Tabela 4 mostra a correlação entre as variáveis preditivas (ST, LDP do joelho e sintomas de ansiedade e depressão) e os componentes do sono do PSQI. O QST foi correlacionado com qualidade subjetiva do sono, duração do sono, eficiência do sono e disfunção durante o dia. Os sintomas de ansiedade e depressão foram correlacionados com qualidade subjetiva do sono, duração do sono, eficiência do sono, distúrbios do sono e disfunção durante o dia.

Tabela 4: Correlação de Spearman entre os preditores somação temporal, limiar de dor à pressão e HADS e os componentes do sono do questionário PSQI.

	Resultado do teste estatístico	Qualidade subjetiva	Latência	Duração	Eficiência	Distúrbios	Medicação	Disfunção durante o dia
ST	ρ	0.268*	0.178	0.257*	0.173	-0.043	-0.016	0.168
	sig	0.016*	0.115	0.021*	0.125	0.704	0.887	0.137
LDP joelho	ρ	-0.249*	0.022	-0.183	-0.317**	-0.228*	-0.108	-0.310**
	sig	0.026*	0.844	0.103	0.004**	0.042*	0.340	0.005**
HADS	ρ	0.299**	0.154	0.198	0.213	0.323**	0.135	0.402**
	sig	0.007**	0.173	0.078	0.058	0.003**	0.232	0.000**

LDP – limiar de dor à pressão; ST – somação temporal; HADS – Escala hospitalar de ansiedade e depressão. Sig – significância; ρ – coeficiente de Spearman. * A correlação é significativa no nível de 0,01. ** A correlação é significativa no nível de 0,001.

5.5 Discussão

Este estudo mostrou que as medidas de QST (aumento da ST e LDP local baixo) e sintomas de ansiedade e depressão foram associados à má qualidade do sono em pacientes com OAJ. Esses fatores, portanto, são preditores de má qualidade do sono em pacientes com OAJ. A última análise mostrou que os componentes de qualidade subjetiva do sono, duração do sono, eficiência do sono, distúrbios do sono e disfunção durante o dia foram correlacionados com sintomas de ansiedade e depressão e com os QST.

Até o presente estudo, não identificamos investigações sobre a relação entre má qualidade do sono e medidas de QST em pacientes com OAJ. Nessa população, a dor crônica e as sobrecargas mecânicas podem levar a alterações no processamento de sinais nas vias

nociceptivas (NEOGI *et al.*, 2016), gerando sensibilização de receptores e fibras nervosas periféricas (HUCHO; LEVINE, 2007), o que pode induzir plasticidade em vias e centros superiores (HUNTER, D. H.; MCDUGALL; KEEFE, 2008), como aumento da hiperexcitabilidade do sistema nervoso central e redução da atividade nas vias descendentes de modulação da dor (EGSGAARD *et al.*, 2015). Nosso estudo investigou indiretamente essas alterações neurofisiológicas e sua relação com a qualidade do sono. Nossos resultados sugerem que os mecanismos periféricos e espinhais que causam, amplificam e perpetuam a dor podem interferir na qualidade do sono em pacientes com OAJ, ou o inverso.

Pesquisas recentes demonstraram o impacto da dor crônica e da sensibilização à dor na qualidade do sono em diferentes populações. Aoyagi *et al.* (2022) descobriram que os problemas de sono eram mais comuns em pacientes com dor lombar em contraste com indivíduos saudáveis. Além disso, os problemas de sono foram mais graves em pacientes que exibiram sinais de sensibilização central (AOYAGI *et al.*, 2022). Dos Santos Bento *et al.* (2023) identificaram que pacientes com dor crônica apresentam má qualidade do sono e menor eficiência do sono, e que sinais de sensibilização central estão associados à hipoxemia do sono (DOS SANTOS BENTO *et al.*, 2023). Diferentemente do nosso estudo, no qual foram realizadas medidas para quantificar a sensibilidade do sistema nervoso central ao *input* nociceptivo, a detecção de sensibilização à dor foi realizada com a aplicação de um questionário. Em um estudo com pacientes com artrite reumatoide, Lee *et al.* (2009) também identificaram a associação entre a sensibilização à dor avaliada pelo QST e problemas de sono. Os autores sugeriram que os indivíduos com essa doença apresentam alterações no processamento central da dor (LEE *et al.*, 2009).

Assim, os resultados deste estudo corroboram com estudos semelhantes realizados em outras populações com dor crônica. Como a hiperalgesia em níveis periféricos e o aumento da hiperexcitabilidade das vias ascendentes foram associados à má qualidade do sono, provavelmente a piora da dor por meio de alterações nos níveis periférico e ascendente causa acometimento supraespinhal, pelo aparecimento de sintomas relacionados ao sistema nervoso central, como redução da qualidade do sono.

Uma possível causa para a ligação entre a desregulação do sono e os mecanismos da dor é o desequilíbrio nos neurotransmissores centrais, que pode alterar a excitabilidade do sistema nervoso central e levar ao aumento da transmissão central da dor e distúrbios do sono (FINAN; GOODIN; SMITH, 2014). As células serotoninérgicas da rafe que sinalizam o estado de alerta

podem estar desreguladas no curso da dor crônica, o que explicaria interrupções e períodos de perda de sono (FOO; MASON, 2003). As células serotoninérgicas nesses núcleos descarregam dependendo do estado de sono ou vigília, enquanto as células não serotoninérgicas facilitam e inibem a dor, sendo as células ON mais ativas durante a vigília e as células OFF mais ativas durante o sono. Na presença de dor crônica, a descarga de células ON e OFF parece aumentar. O aumento da descarga de células ON pode contribuir para o aumento da sensibilidade à dor e do estado de alerta (FOO; MASON, 2003). Essa teoria pode explicar nossos resultados, nos quais pacientes com maior sensibilidade a estímulos nociceptivos acordam durante a noite com mais frequência e passam mais tempo deitados sem conseguir dormir.

Outra explicação seria que a sensibilização central afeta as funções dos receptores opióides localizados em várias regiões do cérebro (FINAN; GOODIN; SMITH, 2014). Os peptídeos opióides desempenham um papel mediador crítico nos sistemas moduladores descendentes da dor. Estudos em ratos indicam que a privação do sono desregula os sistemas opióides endógenos e atenua a eficácia analgésica dos agonistas dos receptores m-opiíides (NASCIMENTO *et al.*, 2007). O sistema opioidérgico faz parte de uma via central para o processamento da nocicepção, e os estímulos dolorosos promovem mudanças na ligação aos opioides em áreas cerebrais específicas envolvidas no processamento da dor (CAMPBELL *et al.*, 2013). Assim, o mesmo mecanismo subjacente pode ser a causa comum para desencadear problemas de sensibilização central e problemas de sono em pacientes com dor crônica (FINAN; GOODIN; SMITH, 2014). No entanto, em nosso estudo, a menor qualidade do sono não foi correlacionada com a MCD, paradigma utilizado para avaliar a modulação descendente da dor.

A concomitância de sensibilização à dor, alterações emocionais e problemas de sono encontrada neste estudo é comumente encontrada em pacientes com fibromialgia (SPAETH; RIZZI; SARZI-PUTTINI, 2011). Nesses pacientes, as disfunções neurais centrais ligam a dor crônica e as alterações que dão origem ao sono não regenerativo. Estudos de Moldofsky mostraram que a interrupção experimental do sono de ondas lentas induziu dor musculoesquelética (MOLDOFSKY; SCARISBRICK, 1975) e que a fisiologia do sono/vigília influencia as funções periféricas e pode causar hiperalgesia ou hipersensibilidade corporal (MOLDOFSKY, 2008). Alterações semelhantes foram relatadas em indivíduos saudáveis, que, após privação de sono de movimento rápido dos olhos ou de ondas lentas, apresentaram uma redução nos limiares de tolerância à dor à pressão, e a noite seguinte de sono não perturbado apresentou uma melhora no limiar de tolerância à dor (ONEN *et al.*, 2001). Entretanto, os

mecanismos neurofisiológicos ou outros que sublinham a sensibilidade à dor em relação a diferentes estados de vigília não são claros e devem ser estabelecidos para o tratamento ideal (ONEN *et al.*, 2001). Como os tratamentos medicamentosos para a dor na fibromialgia têm um impacto positivo no controle do sono dos pacientes, especula-se se os medicamentos têm um efeito direto no sono ou se melhoram o sono reduzindo a dor, ou ambos (SPAETH; RIZZI; SARZI-PUTTINI, 2011).

A relação entre intensidade da dor e qualidade do sono não foi estabelecida no presente estudo. Embora a intensidade da dor seja uma medida essencial e tenha sido realizada com escalas validadas e com boa confiabilidade (ALGHADIR *et al.*, 2018), a subjetividade dessa medida pode ter sido um obstáculo para estabelecer uma relação entre dor e qualidade do sono. Nesse caso, as medidas do QST, nas quais os estímulos são padronizados, apresentam uma dose extra de objetividade e permitem que a relação seja estabelecida com maior precisão.

As relações entre intensidade da dor, sensibilização à dor e qualidade do sono têm sido exploradas por meio de estudos de mediação. Há evidências de que, nessa relação bidirecional, o sono ruim é um fator maior para a piora da dor do que o contrário (FINAN; GOODIN; SMITH, 2014). Desta forma, não é possível afirmar com certeza a direção da causalidade inferida, que deve ser mais investigada (WHIBLEY *et al.*, 2019). Especificamente em pacientes com OAJ, a melhora na qualidade e duração do sono ocorre após a artroplastia (MEIRHAEGHE *et al.*, 2020), o que pode indicar que, nessa população, a dor no joelho pode ser o principal mediador dessa relação. De fato, a má qualidade do sono está relacionada a mais dor pré-operatória, mas não está associada à dor no joelho pós-operatória (LARSEN *et al.*, 2021).

Em relação à atividade física, estudos anteriores mostraram que, em adultos mais velhos, os programas de exercícios afetam positivamente vários aspectos do sono (VANDERLINDEN; BOEN; UFFELEN, 2020). No entanto, evidências moderadas mostram que os efeitos benéficos da atividade física na qualidade do sono são pequenos em populações saudáveis (NYS *et al.*, 2022) e com dor crônica (ESTÉVEZ-LOPES *et al.*, 2021). Essa relação não foi identificada em nosso estudo. Sabe-se que a atividade física tem efeitos positivos no sono de pessoas com OAJ (ALTAŞ; DEMIRDAL, 2020), mas geralmente outros aspectos, como melhora da dor e hiperalgesia, também ocorrem com o estabelecimento de uma rotina de exercícios. Considerando essa falta de correlação entre atividade física e qualidade do sono em nosso estudo, é importante entender se a melhora do sono dos pacientes tratados com atividade física

pode ter sido mediada pela melhora da dor no joelho e da sensibilização à dor ou especificamente pelo nível de atividade física.

O componente emocional foi um preditor da qualidade do sono em pacientes com OAJ neste estudo. De fato, sintomas de ansiedade e depressão são prevalentes em pacientes com distúrbios do sono (GHARSALLI *et al.*, 2022; KIM *et al.*, 2022). A associação entre a presença de componentes emocionais e a má qualidade do sono também foi identificada em outras populações, como mulheres no período pós-parto (OKUN *et al.*, 2018), sobreviventes de câncer de mama (CHO; HWANG, 2021), pacientes com dor crônica generalizada (DE ROOIJ *et al.*, 2020) e com dor crônica (ANNAGÜR *et al.*, 2014). Especificamente na OAJ, são escassos os estudos sobre o assunto. Os dados da *Osteoarthritis Initiative Cohort* foram analisados para investigar as interações entre distúrbios do sono e dor no joelho ou catastrofização da dor, não sendo encontrada nenhuma significância estatística (WANG *et al.*, 2024). No entanto, os autores não analisaram especificamente a interferência dos sintomas de ansiedade e depressão na qualidade do sono (WANG *et al.*, 2024). Portanto, os achados do presente estudo sobre a associação entre ansiedade e depressão e qualidade do sono na OAJ são inéditos e indicam que o rastreamento de ansiedade e depressão deve ser considerado para a avaliação e manejo de pacientes com OAJ dolorosa que apresentam má qualidade do sono.

Identificou-se que os componentes do sono qualidade subjetiva, duração, eficiência, distúrbios do sono e disfunção durante o dia estavam relacionadas aos resultados do QST. Assim, o aumento da excitabilidade do sistema nervoso central e a hiperalgesia local foram especificamente relacionados a essas características do sono, provavelmente exercendo efeitos negativos sobre o sono. Da mesma forma, os sintomas emocionais correlacionaram-se com os componentes do sono qualidade subjetiva, distúrbios do sono e disfunção durante o dia. Em uma população não clínica, seis dos sete componentes do PSQI estavam relacionados à saúde mental, com ansiedade e depressão explicando 21% e 14%, respectivamente, da qualidade do sono dos participantes (DEL RIO JOÃO *et al.*, 2018). Em populações clínicas, Cho e Hwang (2021), ao estudar pacientes sobreviventes de câncer de mama, encontraram uma relação entre os sintomas de ansiedade e depressão e os componentes do sono qualidade subjetiva, latência, duração e distúrbios (CHO; HWANG, 2021). À semelhança dos resultados citados, no presente estudo, os sintomas de ansiedade e depressão correlacionaram-se com vários componentes do sono e foram identificados como importantes preditores para o índice de qualidade total do sono, explicando até 32% do valor final.

Um ponto forte deste estudo foi a análise inédita. A sensibilização à dor medida por QST dinâmico e estático tem sido cada vez mais estudada para entender como a dor crônica é desencadeada e mantida e como ela pode ser tratada. Sua relação com a qualidade do sono ainda não havia sido explorada na OAJ, o que justifica o ineditismo desta análise. Além disso, essa ferramenta válida e confiável, bem sendo cada vez mais utilizada para o estudo mecanicista do processamento da dor em níveis não encefálicos. Assim, este estudo lança luz sobre a ideia de que a má qualidade do sono deve ser tratada em conjunto com o tratamento da sensibilização à dor para que melhores desfechos clínicos sejam obtidos. Uma limitação deste estudo foi o uso de dados autorreferidos para classificação do nível semanal de atividade, o que pode ter reduzido a precisão desta variável. Além disso, a maioria dos participantes praticava no máximo 150 minutos de atividade física por semana, uma vez que muitos deles foram recrutados para um ensaio clínico com esse critério de inclusão. Por fim, o escopo retrospectivo da coleta de dados não permite extrapolar os resultados, concluir a relação de causalidade e se a sensibilização à dor precede a má qualidade do sono.

Em relação às implicações clínicas desta pesquisa, a associação da má qualidade do sono com sensibilização à dor e sintomas de ansiedade e depressão deve ser considerada para o manejo de pacientes com OAJ dolorosa que apresentam má qualidade do sono. A avaliação da qualidade do sono, a educação do paciente e o tratamento dos distúrbios do sono, quando necessário, devem ser realizados pelos profissionais de saúde no tratamento da dor crônica em pacientes com OAJ. Inversamente, devido à característica bidirecional dessa relação, também destacamos a importância de rastrear a sensibilização à dor, ansiedade e depressão e focar essas condições no tratamento dos distúrbios do sono para alcançar melhores resultados na prática clínica.

Conclui-se que a presença de sintomas de ansiedade e depressão, menor LDP local e aumento da ST predizem má qualidade do sono em pacientes com OAJ. Esses preditores se relacionam principalmente com a qualidade subjetiva, a duração, a eficiência, os distúrbios do sono e disfunção durante o dia. Esses achados destacam a relevância do tratamento das alterações do processamento da dor e distúrbios emocionais para alcançar melhores resultados no manejo da má qualidade do sono em pessoas OAJ.

5.6 Referências

AKINTAYO, Richard Oluyinka *et al.* Tossing and turning with degenerative arthropathy : an

assessment of poor sleep quality in knee osteoarthritis. **Reumatologia**, [s. l.], vol. 57, no. 4, p. 207–213, 2019.

ALGHADIR, Ahmad H *et al.* Test–retest reliability, validity, and minimum detectable change of visual analog, numerical rating, and verbal rating scales for measurement of osteoarthritic knee pain. **Journal of Pain Research**, [s. l.], vol. 11, p. 851–856, 2018. Available at: <https://doi.org/10.2147/JPR.S158847>

ALTAŞ, Elif Umay; DEMIRDAL, Ümit Seçil. The effect of physical therapy and rehabilitation modalities on sleep quality in patients with primary knee osteoarthritis : A single-blind , prospective, randomized-controlled study. **Turk J Phys Med Rehab**, [s. l.], vol. 66, no. 1, p. 73–83, 2020. Available at: <https://doi.org/10.5606/tftrd.2020.3089>

ANNAGÜR, Bilge B *et al.* Psychiatric Disorders and Association with Quality of Sleep and Quality of Life in Patients with Chronic Pain : A SCID-Based Study. **pain Medicine**, [s. l.], vol. 15, p. 772–781, 2014. Available at: <https://doi.org/10.1111/pme.12390>

AOYAGI, Kosaku *et al.* Sleep quality in individuals with chronic low back pain and central sensitization. **Physiotherapy Research International**, [s. l.], no. December 2021, p. 27e1968, 2022. Available at: <https://doi.org/10.1002/pri.1968>

ARENDRT-NIELSEN, Lars. Pain sensitisation in osteoarthritis. **Clinical and Experimental Rheumatology**, [s. l.], vol. 35, no. 5, p. S68–S74, 2017.

ARENDRT-NIELSEN, Lars *et al.* Sensitization in patients with painful knee osteoarthritis. **Pain**, [s. l.], vol. 149, no. 3, p. 573–581, 2010. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.pain.2010.04.003>

BERTOLAZI, Alessandra Naimaier. **Tradução, adaptação cultural e validação de dois instrumentos de avaliação do sono: escala de sonolência de Epworth e índice de qualidade de sono de Pittsburgh**. 1–93 f. 2008. - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, [s. l.], 2008.

BOTEGA, Neury José *et al.* Validação da escala hospitalar de ansiedade e depressão (HAD) em pacientes epiléticos ambulatoriais. **Jornal Brasileiro de psiquiatria**, [s. l.], vol. 47, no. 6, p. 285–289, 1998.

CAMPBELL, Claudia M *et al.* Individual Variation in Sleep Quality and Duration Is Related to Cerebral Mu Opioid Receptor Binding Potential during Tonic Laboratory Pain in Healthy Subjects. **pain Medicine**, [s. l.], vol. 14, p. 1882–1892, 2013.

CHO, Ok-Hee; HWANG, Kyung-Hye. Association between sleep quality anxiety and depression among korean breast cancer survivors. **Nursing Open**, [s. l.], vol. 8, p. 1030–1037, 2021. Available at: <https://doi.org/10.1002/nop2.710>

DE MARTINO, Enrico *et al.* Sessions of Prolonged Continuous Theta Burst Stimulation or High-frequency 10 Hz Stimulation to Left Dorsolateral Prefrontal Cortex for 3 Days Decreased Pain Sensitivity by Modulation of the Efficacy of Conditioned Pain Modulation. **Journal of Pain**, [s. l.], vol. 20, no. 12, p. 1459–1469, 2019. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2019.05.010>

DE ROOIJ, Aleid *et al.* Factors associated with sleep quality in patients with chronic widespread pain attending multidisciplinary treatment. **Pain Practice**, [s. l.], vol. 20, no. 5, p. 471–479, 2020. Available at: <https://doi.org/10.1111/papr.12873>

DEL RIO JOÃO, Karina A. *et al.* Sleep quality components and menta health Study with non clinical population. **Psychiatric Research**, [s. l.], vol. 269, no. nov, p. 244–250, 2018. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2018.08.020>

DOS SANTOS BENTO, Ana Paiula *et al.* Sleep quality and polysomnographic changes in patients with chronic pain with and without central sensitization signs. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, [s. l.], vol. 27, p. 100504, 2023.

EGSGAARD, Line Lindhardt *et al.* Identifying specific profiles in patients with different degrees of painful knee osteoarthritis based on serological biochemical and mechanistic pain biomarkers: a diagnostic approach based on cluster analysis. **Pain**, [s. l.], vol. 156, p. 96–107, 2015. Available at: <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.pain.0000000000000011>

ESTÉVEZ-LOPES, Fernando *et al.* Effectiveness of Exercise on Fatigue and Sleep Quality in Fibromyalgia : A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Trials. **Archives of Physical Medicine Rehabilitation**, [s. l.], no. 707404, p. 752–761, 2021.

FELSON, David T. *et al.* Multiple Nonspecific Sites of Joint Pain Outside thr Knees Develop in Persons with Knee Pain. **Arthritis Rheumatol.**, [s. l.], vol. 69, no. 2, p. 335–342, 2017. Available at: <https://doi.org/doi:10.1002/art.39848>

FELSON, David T. The sources of pain in knee osteoarthritis. **Current Opinion in Rheumatology**, [s. l.], vol. 17, p. 624–628, 2005. Available at: <https://doi.org/10.1097/01.bor.0000172800.49120.97>.

FINAN, Patrick H.; GOODIN, Burel R.; SMITH, Michael T. The association of sleep quality

and pain: An update and a path forward. **J Pain**, [s. l.], vol. 14, no. 12, p. 1539–1552, 2014. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2013.08.007>.The

FINGLETON, C. *et al.* Pain sensitization in people with knee osteoarthritis: A systematic review and meta-analysis. **Osteoarthritis and Cartilage**, [s. l.], vol. 23, no. 7, p. 1043–1056, 2015. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.joca.2015.02.163>

FOO, H; MASON, Peggy. Brainstem modulation of pain during sleep and waking. **Sleep Medicine Revi**, [s. l.], vol. 7, no. 2, p. 145–154, 2003. Available at: <https://doi.org/10.1053/smr.2002.0224>

GHARSALLI, Houda *et al.* Prévalence de la dépression et de l'anxiété dans l'apnée obstructive du sommeil. **La tunisie Medicale**, [s. l.], vol. 100, no. 7, p. 525–533, 2022.

GILBERT, Abigail L.; *et al.* HHS Public Access. **Arthritis Care Res (Hoboken)**, [s. l.], vol. 73, no. 5, p. 687–692, 2022. Available at: <https://doi.org/10.1002/acr.23581>.The

HERTEL, E; MCPHEE, M E; PETERSEN, K K. Investigation of pain sensitivity following 3 nights of disrupted sleep in healthy individuals. **Eur J Pain**, [s. l.], vol. 6, p. 710–722, 2023. Available at: <https://doi.org/10.1002/ejp.2101>

HERTEL, Emma *et al.* Quantitative sensory testing , psychological factors , and quality of life as predictors of current and future pain in patients with knee osteoarthritis. **Pain**, [s. l.], vol. 165, no. 8, p. 1719–1726, 2024.

HUCHO, Tim; LEVINE, Jon D. **Signaling Pathways in Sensitization: Toward a Nociceptor Cell Biology**. [S. l.: s. n.], 2007. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2007.07.008>

HUNTER, David H.; MCDOUGALL, Jason J; KEEFE, Francis J. The Symptoms of Osteoarthritis and the Genesis of Pain. **Rheum Dis Clin Med N Am**, [s. l.], vol. 34, no. 3, p. 623–643, 2008. Available at: <https://doi.org/doi:10.1016/j.rdc.2008.05.004>

HUNTER, David J.; BIERMA-ZEINSTRA, Sita. **Osteoarthritis**. [S. l.]: Lancet Publishing Group, 2019. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(19\)30417-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(19)30417-9)

JOERGENSEN, Tanja Schjoedt *et al.* Experimental knee pain evoke spreading hyperalgesia and facilitated temporal summation of pain. **Pain Medicine (United States)**, [s. l.], vol. 14, no. 6, p. 874–883, 2013. Available at: <https://doi.org/10.1111/pme.12093>

KIM, Hyunkyung *et al.* Association between sleep quality and anxiety in Korean adolescents. **Journal of Preventive Medicine & Public Health**, [s. l.], vol. 55, p. 173–181, 2022.

LARSEN, Dennis Boye *et al.* The association between sleep quality , preoperative risk factors

for chronic postoperative pain and postoperative pain intensity 12 months after knee and hip arthroplasty. [*s. l.*], 2021. Available at: <https://doi.org/10.1177/20494637211005803>

LEE, Yvonne C *et al.* Research article The relationship between disease activity , sleep , psychiatric distress and pain sensitivity in rheumatoid arthritis : a cross-sectional study. **Arthritis Research and Therapy**, [*s. l.*], vol. 11, no. 5, p. R160, 2009. Available at: <https://doi.org/10.1186/ar2842>

MARCUZZI, Anna *et al.* The long-term reliability of static and dynamic quantitative sensory testing in healthy individuals. **Pain**, [*s. l.*], vol. 158, no. 7, p. 1217–1223, 2017. Available at: <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1097/j.pain.0000000000000901> July

MEIRHAEGHE, Jan P Van *et al.* Improvement in Sleep Patterns After Hip and Knee Arthroplasty : A Prospective Study in 780 Patients. **the journal of arthroplasty**, [*s. l.*], p. 1–7, 2020.

MOLDOFSKY, Harvey. Significance of the sleeping walking brain for the understanding of widespread musculoskeletal pain and fatigue in fibromyalgia syndrome and allied syndromes. **Joint Bone spine**, [*s. l.*], vol. 75, p. 397–402, 2008. Available at: <https://doi.org/doi:10.1016/j.jbspin.2008.01.021>

MOLDOFSKY, Harvey; SCARISBRICK, Phillip. Musculoskeletal Symptoms and Non-REM Sleep Disturbance in Patients with " Fibrositis Syndrome " and Healthy Subjects. **Psychosomatic Medicine**, [*s. l.*], vol. 37, no. 4, p. 341–351, 1975.

NASCIMENTO, Danielle C *et al.* Pain hypersensitivity induced by paradoxical sleep deprivation is not due to altered binding to brain u-opioid receptors. **Behavioural Brain Research**, [*s. l.*], vol. 178, p. 216–220, 2007. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2006.12.016>

NEOGI, Tuhina *et al.* Association of Joint Inflammation with Pain Sensitization in Knee Osteoarthritis: The Multicenter Osteoarthritis Study. **Arthritis and Rheumatology**, [*s. l.*], vol. 68, no. 3, p. 654–661, 2016. Available at: <https://doi.org/10.1002/art.39488>

NYS, Len De *et al.* The effects of physical activity on cortisol and sleep : A systematic review and meta-analysis. **Psychoneuroendocrinology**, [*s. l.*], vol. 143, no. June, p. 105843, 2022. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2022.105843>

OKUN, michele L. *et al.* Poor sleep quality increases symptoms of depression and anxiety in postpartum women. **J Behav Med**, [*s. l.*], vol. 41, no. 5, p. 703–710, 2018. Available at:

<https://doi.org/10.1007/s10865-018-9950-7>

ONEN, S. Hanki *et al.* The effects of total sleep deprivation, selective sleep interruption and sleep recovery on pain tolerance thresholds in healthy subjects. **J Sleep Res**, [s. l.], vol. 10, p. 35–42, 2001.

O'LEARY, Helen *et al.* **Pain sensitization associated with nonresponse after physiotherapy in people with knee osteoarthritis**. [S. l.: s. n.], 2018. ISSN 18726623.vol. 159 Available at: <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000001288>

RAKEL, Barbara *et al.* Mechanical Hyperalgesia and Reduced Quality of Life Occur in People With Mild Knee Osteoarthritis Pain. **Clin J Pain**, [s. l.], vol. 31, no. 4, p. 315–322, 2015. Available at: <https://doi.org/DOI: 10.1097/AJP.0000000000000116>

RAMPAZO, E P *et al.* Sensory, Motor, and Psychosocial Characteristics of Individuals With Chronic Neck Pain: A Case-Control Study. **Physical Therapy**, [s. l.], vol. 26, p. pzab104, 2021.

RANKIN, Jonathan *et al.* Quantitative Sensory Testing Protocols to Evaluate Central and Peripheral Sensitization in Knee OA : A Scoping Review. [s. l.], vol. 23, no. September 2021, p. 526–557, 2022. Available at: <https://doi.org/10.1093/pm/pnab285>

ROLKE, R. *et al.* Quantitative sensory testing in the German Research Network on Neuropathic Pain (DFNS): Standardized protocol and reference values. **Pain**, [s. l.], vol. 123, no. 3, p. 231–243, 2006. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.pain.2006.01.041>

SPAETH, Michael; RIZZI, Maurizio; SARZI-PUTTINI, Piercarlo. Best Practice & Research Clinical Rheumatology Fibromyalgia and Sleep. **Best Practice & Research Clinical Rheumatology**, [s. l.], vol. 25, no. 2, p. 227–239, 2011. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.berh.2011.03.004>

SPIRA, Adam P. *et al.* Reliability and validity of the pittsburgh sleep quality index and the epworth sleepiness scale in older men. **Journals of Gerontology - Series A Biological Sciences and Medical Sciences**, [s. l.], vol. 67 A, no. 4, p. 433–439, 2012. Available at: <https://doi.org/10.1093/gerona/qlr172>

VANDERLINDEN, J; BOEN, F; UFFELEN, J G Z Van. Effects of physical activity programs on sleep outcomes in older adults : a systematic review. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, [s. l.], vol. 17, no. 11, p. 1–15, 2020.

VIGOTSKY, Andrew D *et al.* Mechanical hyperalgesia and neuropathic pain qualities impart risk for chronic postoperative pain after total knee replacement. **European Journal of Pain**, [s.

l.], vol. 28, no. 8, p. 1387–1401, 2024.

VINA, Ernest R.; KWOH, C. Kent. **Epidemiology of osteoarthritis: Literature update.** [*S. l.*]: Lippincott Williams and Wilkins, 2018. Available at: <https://doi.org/10.1097/BOR.0000000000000479>

WANG, Yining *et al.* Association of Sleep Disturbance With Catastrophizing and Knee Pain : Data From the Osteoarthritis Initiative. **arthritis Care Res (hoboken)**, [*s. l.*], vol. 75, no. 10, p. 2134–2141, 2024. Available at: <https://doi.org/10.1002/acr.25127>

WHIBLEY, Daniel *et al.* Sleep and Pain A Systematic Review of Studies of Mediation. **Clinical Pain**, [*s. l.*], vol. 35, no. 6, p. 544–558, 2019. Available at: <https://doi.org/10.1097/AJP.0000000000000697>

WILKINSON, M. J.; BARCZAK, P. Psychiatric screening in general practice: comparison of the general health questionnaire and the hospital anxiety depression scale. **Journal of the Royal College of General Practitioners**, [*s. l.*], vol. 38, no. 312, p. 311–313, 1988.

Após as coletas terem atingido um número significativo de participantes, os dados iniciais do ensaio clínico, com 30 participantes, foram utilizados para um estudo de viabilidade, apresentado a seguir.

4. MANUSCRITO 2

Versão em português do artigo submetido ao periódico *Archives of Physical Medicine Rehabilitation*.

EXPOSIÇÃO GRADATIVA AO EXERCÍCIO POR TREINAMENTO EM CIRCUITO E PROGRAMA EDUCACIONAL REDUZEM A SENSIBILIDADE À DOR EM PACIENTES COM OSTEOARTRITE DE JOELHO: UM ESTUDO DE VIABILIDADE

Paula J F Venturini; Marialice G da Silva; Natália A Casonato; Filipe E Sette; Enrique Lluch; Stela M Mattiello

4.1 Resumo

Objetivo: O objetivo principal deste estudo foi avaliar a viabilidade do treinamento em circuito personalizado associado à educação do paciente versus educação do paciente isoladamente em pessoas com osteoartrite do joelho (OAJ).

Métodos: Participantes com sintomas primários de dor (≥ 4) e diagnóstico clínico de OAJ foram recrutados e aleatoriamente divididos em 2 grupos para a intervenção de 14 semanas. O grupo experimental realizou exercícios 3 vezes por semana e teve uma progressão individualizada da duração e intensidade do exercício. Ambos os grupos participaram de 7 sessões educativas com profissionais de saúde. Os participantes foram avaliados no início do estudo, em 14 semanas e em 26 semanas. Foram realizadas avaliações de viabilidade (desfecho primário), aceitabilidade, utilidade das intervenções e barreiras ao tratamento. O impacto das intervenções foi avaliado por meio de testes de desempenho físico, força muscular, testes sensoriais quantitativos e questionários autoaplicáveis. A *ANOVA two-way* (SPSS) foi utilizada para analisar a interação grupo versus tempo (5%).

Resultados: Participaram do estudo 30 pessoas, 63,33% do sexo feminino, com média de idade de 60,27 anos ($\pm 8,25$). As taxas de recrutamento (2,73 participantes/semana), elegibilidade (31,50%), retenção em longo prazo (80% em 14 semanas e 73% em 26 semanas) e adesão às sessões educativas (80% assistiram à maioria das palestras) foram adequadas, enquanto a adesão ao programa de exercícios (60% execução das sessões de exercícios) foi parcialmente adequada. A aceitabilidade e a percepção de utilidade foram altas (92%) em ambos os grupos, e as principais barreiras foram relacionadas ao acesso aos programas pela Internet. A análise *ANOVA two-way* indicou que o impacto do tratamento foi mais efetivo no grupo experimental do que no grupo controle.

Conclusão: Este estudo alcançou boas taxas de viabilidade e aceitabilidade. A intervenção com exercícios foi eficiente na redução dos sintomas e sensibilização à dor. Os resultados orientarão estratégias para melhorar a adesão e retenção em ensaios clínicos.

Palavras-chave: viabilidade, osteoartrite, joelho, exercício, educação.

4.2 Introdução

A osteoartrite do joelho (OAJ) é uma das doenças crônico-degenerativas mais frequentes e uma das principais causas de dor e incapacidade (VINA; KWOH, 2018). A dor crônica e a inflamação, características da doença, podem levar a alterações no processamento de sinais nas vias nociceptivas (NEOGI *et al.*, 2016), gerando sensibilização de receptores e fibras nervosas periféricas (HUCHO; LEVINE, 2007). A intensa entrada nociceptiva gerada pela sensibilização em níveis periféricos pode induzir plasticidade em vias e centros superiores (HUNTER; MCDUGALL; KEEFE, 2008), como aumento da hiperexcitabilidade do sistema nervoso central e atividade reduzida nas vias descendentes de modulação da dor (EGSGAARD *et al.*, 2015).

A sensibilização à dor em pessoas com OAJ está relacionada à alta intensidade da dor (ARENDRT-NIELSEN, 2017) e prediz pior qualidade de vida (RAKEL *et al.*, 2015) e menor capacidade de resposta a tratamentos (ARENDRT-NIELSEN *et al.*, 2018). Além disso, a sensibilização à dor prediz maior sensibilidade à atividade física (WIDEMAN *et al.*, 2014), um dos pilares do tratamento conservador para OAJ (BANNURU *et al.*, 2019).

Para pessoas com OAJ, o exercício físico regular é considerado o tratamento de primeira linha, pois reduz a intensidade de dor (FRANSEN *et al.*, 2015), melhora a qualidade de vida (WELLSANDT; GOLIGHTLY, 2018), aumenta a força muscular e reduz a inflamação local e sistêmica (SCHULZ *et al.*, 2020). Embora esteja bem estabelecido que a prática de exercício físico regular tem efeitos positivos sobre a dor clínica em indivíduos com OAJ, os mecanismos subjacentes a essa melhora são pouco compreendidos, portanto, são necessários mais estudos de qualidade para esclarecer se as alterações no processamento da dor podem mediar a melhora clínica (HANSEN; VAEGTER; PETERSEN, 2020; OSTERAS; PAULSBERG, 2019).

Alguns estudos demonstraram que o exercício físico promoveu a redução da hiperalgesia, na sensibilidade à pressão e na somação temporal (ST) em indivíduos com OAJ (HENRIKSEN *et al.*, 2014; MOREIRA *et al.*, 2021; SORIANO-MALDONADO *et al.*, 2016). Outros estudos, no entanto, não identificaram nenhum efeito de diferentes programas de exercícios sobre essas medidas (BURROWS *et al.*, 2014; HANSEN; VAEGTER; PETERSEN, 2020; KOLTYN *et al.*, 2014; OSTERAS; PAULSBERG, 2019). Amostras pequenas e achados contraditórios apresentados nos estudos mencionados acima indicam que as conclusões devem ser interpretadas com cautela e o papel do exercício no processamento

da dor em pessoas com OAJ deve ser explorado em estudos com alta qualidade metodológica (HALL, M. *et al.*, 2020).

O treinamento em circuito é uma terapia por exercícios eficiente para a melhora dos sintomas clínicos e do desempenho físico em pessoas com OAJ (DE ALMEIDA *et al.*, 2020). Esta técnica inclui a realização de exercícios resistidos multiarticulares e exercícios calistênicos, com pequenos intervalos entre as séries, o que mantém a frequência cardíaca elevada durante toda a sessão, promovendo melhora na força muscular, composição corporal, resistência e função cardiorrespiratória (DE ALMEIDA *et al.*, 2021). O treinamento em circuito pode ser entregue em modelo telerreabilitação a adultos com OAJ com alto nível de aceitação e com efeitos não inferiores aos que recebem programas de exercícios presenciais para intensidade da dor, função física, força muscular e catastrofização da dor (AILY *et al.*, 2023).

Outras estratégias recomendadas para viabilizar a prática de exercícios para pessoas com alta intensidade de dor são abordagem individualizada (FINGLETON; SMART; DOODY, 2017), a dosagem adequada para evitar períodos de exacerbação dos sintomas, a participação ativa do paciente na progressão do programa de exercícios (COURTNEY; FERNÁNDEZ-DE-LAS-PEÑAS; BOND, 2017), a inclusão de exercícios em partes do corpo não dolorosas, o monitoramento de surtos de sintomas e a não classificação do em caso de surtos de sintomas graves (NIJS *et al.*, 2012). Essas estratégias podem aumentar a aderência ao tratamento, essencial para que os programas de exercícios produzam os efeitos desejados (SLUKA; FREY-LAW; HOEGER BEMENT, 2018).

A educação do paciente é um dos pilares do tratamento da OAJ. O *American College of Rheumatology*, a *Arthritis Foundation* e a *Osteoarthritis Research Society International* recomendam a educação do paciente como uma intervenção de primeira linha (BANNURU *et al.*, 2019; KOLASINSKI *et al.*, 2020). Um formato multidisciplinar baseado em grupo que combina sessões online ou presenciais é geralmente usado para definição de metas, resolução de problemas, pensamento positivo, educação sobre a doença, medidas de proteção articular e metas e abordagens de exercícios (KOLASINSKI *et al.*, 2020). A educação do paciente pode ser usada como uma intervenção autônoma ou aplicada combinada com outros tratamentos. Pode reduzir a dor, melhorar a função e impactar positivamente o tratamento associado (SINATTI *et al.*, 2022). A educação em ciência da dor é uma abordagem específica que visa ajudar os pacientes a reconceituar sua dor como menos ameaçadora (WATSON *et al.*, 2019). Demonstrou efeitos positivos na dor, incapacidade e desempenho físico em pessoas com dor

crônica (LOUW *et al.*, 2011) e cujos efeitos são potencializados quando combinados com programas de exercícios (MALFLIET *et al.*, 2018).

O objetivo principal deste estudo foi, portanto, avaliar a viabilidade e aceitabilidade de um programa de treinamento em circuito personalizado associado a um programa de educação do paciente versus um programa de educação do paciente isoladamente em pacientes com OAJ. Como objetivos secundários, foram investigados o impacto comparativo de ambas as intervenções nos desfechos clínicos (intensidade da dor, função física, força muscular, qualidade de vida e do sono) e na sensibilização à dor, medida por testes sensoriais quantitativos (QST), a segurança dos participantes, a motivação dos participantes e as barreiras à intervenção. Os resultados deste estudo avaliaram a adequação da realização de um ensaio clínico aleatorizado sobre este tema.

4.3 Métodos

4.3.1 Desenho e local do estudo

Este é um estudo de viabilidade aleatorizado em grupos paralelos que foi realizado no Laboratório de Análise da Função Articular (LAFAr) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), São Carlos (SP) Brasil. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da UFSCar (CAAE 52917921.4.0000.5504). Antes de participar do estudo, os participantes foram informados sobre todos os procedimentos e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido. Os participantes foram recrutados e avaliados de junho de 2022 a fevereiro de 2023.

4.3.2. Amostra

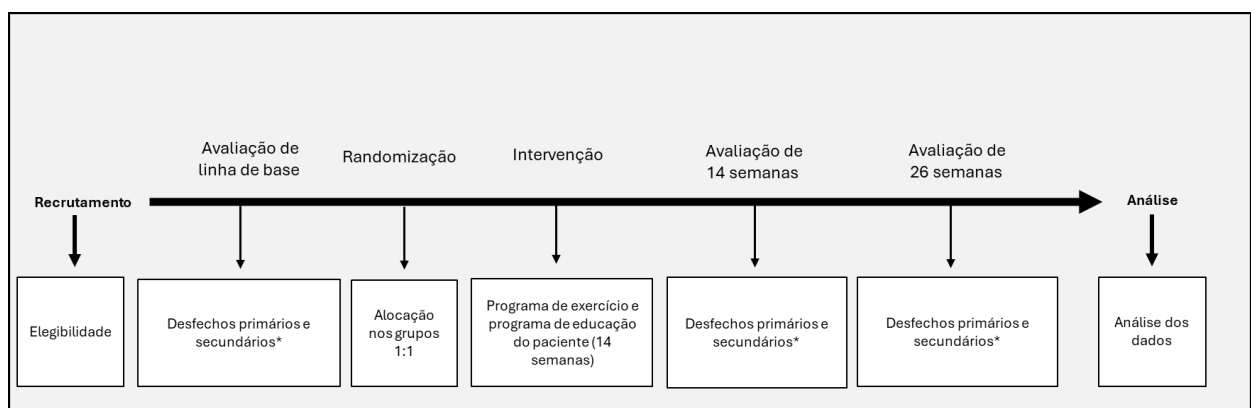
Pessoas da comunidade de São Carlos foram convidadas a participar do estudo por meio de anúncios nas redes sociais e programas de rádio e televisão locais. Foi idealizada uma amostra de conveniência de 30 indivíduos que preenchessem os critérios diagnósticos para OAJ, com base nas declarações do *American College of Rheumatology* (ALTMAN *et al.*, 1986). Os pacientes incluídos tinham que apresentar sintomas primários de dor no joelho (≥ 4 em uma escala numérica da dor (END 0-10) por pelo menos 3 meses, idade ≥ 40 anos e acesso à internet. Foram excluídos pacientes que praticavam atividade física regular (≥ 150 minutos de exercício físico por semana), faziam fisioterapia mais de uma vez por semana, tinham recebido corticosteroides intra-articulares (nos 30 dias progressos às avaliações iniciais), tinham realizado cirurgia de membros inferiores, apresentavam doenças reumáticas,

fibromialgia, cardiopatias não controladas ou neuropatias periféricas, incapacidade de entender e seguir instruções, incapacidade de andar sem auxílio ou que tivessem iniciado programas para dor no joelho.

4.3.3 Procedimentos

Este estudo de viabilidade comparou os efeitos de 14 semanas de treinamento em circuito personalizado associado a um programa de educação do paciente (grupo experimental) a um programa de educação do paciente aplicado isoladamente (grupo controle) em pessoas com OAJ. Os participantes considerados elegíveis foram convidados para as avaliações de linha de base no Departamento de Fisioterapia da UFSCar. Após a avaliação inicial e antes de iniciar as intervenções, os participantes foram alocados aleatoriamente (1:1) por meio de randomização computadorizada para o grupo experimental ou grupo controle por um pesquisador assistente não envolvido neste estudo. Envelopes opacos lacrados numerados foram usados para ocultar a alocação.

As medições dos desfechos foram realizadas em linha de base, em 14 e em 26 semanas, por avaliadores cegos, formados em gerontologia ou fisioterapia, com 2 a 5 anos de experiência. Detalhes do procedimento do estudo, incluindo a linha do tempo das avaliações e intervenções, são encontrados na Figura 1.



Desfechos primários: viabilidade da intervenção e aceitabilidade da intervenção Desfechos secundários: segurança dos participantes, motivação dos participantes, testes sensoriais quantitativos, percepção de melhora, sintomas de osteoartrite de joelho, performance física e força muscular.

Figura 1. Procedimento do estudo.

4.3.4 Intervenções

4.3.4.1 Exposição gradativa ao exercício por meio de treinamento em circuito

O programa de exercícios é uma adaptação de um treinamento em circuito previamente implementado em nosso laboratório, o qual demonstrou bons resultados tanto em atendimento presencial (DE ALMEIDA *et al.*, 2020) quanto entregue remotamente (AILY *et al.*, 2023). Estratégias específicas recomendadas para pessoas com sensibilização à dor foram implementadas com o intuito de viabilizar a prática de exercícios para pessoas com alta intensidade de dor. O programa de exercícios incluiu inicialmente uma base individualizada do volume de exercícios (15, 20 ou 25 minutos) (WHITE *et al.*, 2011), estabelecida com base no nível de atividade física semanal declarado pelos participantes. A partir desse ponto, a duração das sessões foi sistematicamente aumentada até atingir 50 minutos, seguida de um aumento gradual na intensidade do exercício (MOSS-MORRIS *et al.*, 2005). A progressão do programa de exercícios foi individualizada (FINGLETON; SMART; DOODY, 2017) e negociada com cada participante (WHITE *et al.*, 2011), visando evitar crises de exacerbação da dor (COURTNEY; FERNÁNDEZ-DE-LAS-PEÑAS; BOND, 2017), a realização de exercícios envolvendo regiões não dolorosas, o monitoramento de sintomas e suspensão temporária da progressão em casos de exacerbações da dor mais intensas (NIJS *et al.*, 2012). A estrutura detalhada e a progressão do programa de exercícios estão apresentadas na Figura 2.

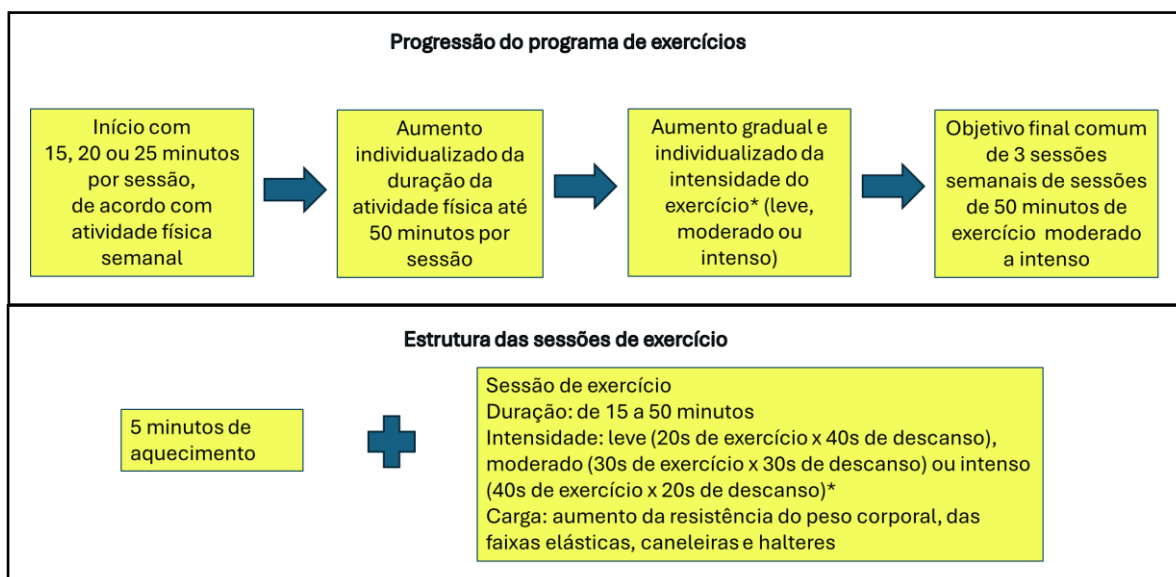


Figura 2: Progressão do programa de exercícios e estrutura das sessões.

*Estratificado por Almeida et al., 2018.

Os participantes realizaram todos os exercícios de forma individual e não supervisionada, em ambiente domiciliar. As orientações para a realização das sessões (Anexo 1) foram disponibilizadas por meio de vídeos disponíveis na plataforma *YouTube* e os links para acesso ao vídeo foram entregues por *WhatsApp*. Os participantes foram instruídos a seguir o protocolo três vezes por semana durante um período de 14 semanas.

O programa incluiu exercícios ativos livres e resistidos, realizados com halteres, pesos de tornozelo e faixas elásticas, bem como exercícios com o próprio peso corporal, como agachamentos, elevações pélvicas e abdominais (DE ALMEIDA *et al.*, 2018). Os participantes foram instruídos a realizar todos os exercícios em alta velocidade, com o objetivo de desencadear efeitos cardiovasculares. Os exercícios foram previamente estratificados e classificados como leves, moderados ou intensos, com base na variabilidade da frequência cardíaca observada durante sua execução em estudos anteriores conduzidos pelo grupo de pesquisa (DE ALMEIDA *et al.*, 2018). A estrutura e a progressão das sessões estão detalhadas na Figura 2. Em caso de crises de dor, os participantes foram orientados a reduzir a velocidade de execução, mantendo, contudo, a duração total da sessão.

Quando necessário, adaptações foram realizadas nos exercícios para garantir a execução de forma segura e eficaz. Por exemplo, em casos de limitação na amplitude de movimento do ombro, os participantes foram orientados a realizar a flexão até o limite funcional máximo individual. Se o participante apresentasse dificuldade para deitar-se no colchonete para executar exercícios em decúbito ventral ou dorsal, era orientado a realizá-los sobre uma superfície mais elevada e estável, como uma cama com colchão firme, a fim de manter o alinhamento e o conforto durante a prática.

Antes de iniciar o programa de exercícios, todos os participantes do grupo experimental compareceram a uma sessão presencial no LAFAr para orientação sobre as sessões, bem como para receber os materiais necessários para a execução dos exercícios. Os participantes foram orientados a contatar a fisioterapeuta responsável pela intervenção em caso de eventos adversos ou dúvidas relacionadas à prática dos exercícios.

Com o objetivo de avaliar e indicar a progressão com os exercícios, esclarecer dúvidas e aumentar a motivação, todos os participantes foram contatados pela fisioterapeuta responsável semanalmente por telefone. A importância de realizar os exercícios de forma regular e consistente, bem como a importância de realizá-los mesmo com o agravamento dos sintomas, foi enfatizada durante as ligações. Os participantes também foram questionados quanto à

intensidade da dor (END 0-10), desconfortos e eventuais reações adversas relacionados aos exercícios.

4.3.4.2 Educação do paciente

Os participantes do grupo experimental e do grupo controle receberam sete sessões educativas quinzenais online, em ambiente domiciliar, realizadas de forma síncrona e organizadas em grupos separados., além de material escrito com o conteúdo das sessões. As sessões incluíram informações relacionadas a fisiopatologia da OAJ, recomendações de tratamento conforme diretrizes do *American College of Rheumatology* (KOLASINSKI *et al.*, 2020) e ciência da dor – incluindo a natureza multifatorial da dor, a sensibilização e a plasticidade cerebral. Portanto, as sessões educacionais tiveram como objetivo proporcionar aos participantes uma compreensão mais abrangente da OAJ e os mecanismos da dor crônica, favorecendo o engajamento na intervenção com exercício.

A investigadora principal, com cerca de 20 anos de prática clínica, administrou as intervenções. Recebeu treinamento para aplicar o programa de exercícios por outra pesquisadora do LAFAr, fisioterapeuta, com 5 anos de experiência na aplicação de protocolos semelhantes. A investigadora principal estava cega para as avaliações, mas não para as intervenções recebidas por cada participante. O programa de educação foi coordenado pela mesma pesquisadora, com o auxílio de outros seis profissionais: três fisioterapeutas, uma gerontóloga, uma nutricionista e uma terapeuta ocupacional. Os detalhes de ambas as intervenções utilizadas neste estudo são apresentados na Tabela 1. Todas as intervenções foram realizadas seguindo o checklist de Tidier e os princípios do CERT (Anexo 2).

Tabela 1: Características dos programas de intervenção.

	Programa de Educação do Paciente	Exposição gradativa ao exercício por meio de treinamento em circuito
Participantes	Grupo experimental e grupo controle	Grupo experimental
Objetivos	<p>Aumentar o conhecimento dos participantes sobre a OAJ; a importância da atividade física para a redução da dor crônica; a importância da nutrição adequada e perda de peso para pessoas com sobrepeso e obesidade; e os cuidados necessários para uso de medicamentos.</p> <p>Ensinar aos participantes os principais conceitos da ciência da dor, incluindo</p>	<p>Auxiliar os pacientes a estabelecer gradativamente uma rotina adequada de exercícios físicos regulares, visando reverter o descondicionamento físico e consequente limitação funcional.</p> <p>Promover o fortalecimento muscular global, com ênfase nos músculos dos membros inferiores, e promover</p>

	o funcionamento do sistema nociceptivo, os mecanismos de sensibilização, a natureza multidimensional da experiência dolorosa, sua relação com fatores emocionais, além de abordar estratégias ativas de enfrentamento.	benefícios cardiovasculares por meio da prática regular da atividade física.
Métodos	Sete palestras <i>online</i> , ministradas quinzenalmente por profissionais de saúde, durante um período de 14 semanas. As palestras foram interativas, com duração de 30 a 50 minutos, após os quais os participantes puderam esclarecer dúvidas e compartilhar experiências com o grupo. Antes das apresentações, os participantes receberam material escrito com o conteúdo das palestras.	O programa de exercícios foi realizado 3 vezes por semana, durante 14 semanas, com aumento gradativo da duração e intensidade dos exercícios. Foram utilizados equipamentos simples e uso de peso corporal. Os exercícios seguiram os princípios: abordagem individualizada, dosagem adequada para evitar períodos de exacerbação dos sintomas, participação ativa do paciente na progressão do programa de exercícios, inclusão de exercícios em partes do corpo não dolorosas, monitoramento dos surtos de sintomas e suspensão temporária da progressão em caso de exacerbação dos sintomas.
Entrega	Os <i>Links</i> de acesso às palestras foram enviados aos participante pelo aplicativo <i>WhatsApp</i> . As palestras foram realizadas por meio de o aplicativo <i>Google Meet</i> .	Os <i>links</i> de acesso aos vídeos com o conteúdo do programa de exercícios foram enviados aos participantes pelo aplicativo <i>WhatsApp</i> . Os vídeos foram postados na plataforma <i>YouTube</i> e continham instruções detalhadas para que os participantes pudessem realizar os exercícios prescritos adequadamente e com segurança.
Seguimento	Para o acompanhamento dos participantes durante o período de intervenções, os participantes receberam ligações semanais. Durante as chamadas foram realizados monitoramento de sintomas e esclarecimentos de dúvidas.	Para o acompanhamento dos participantes durante o período de intervenções, os participantes receberam ligações semanais. Durante as chamadas foram realizados a avaliação da progressão, o incentivo à execução dos exercícios prescritos e a negociação para a progressão do programa. Também foi realizado monitoramento de sintomas e acompanhamento de reações adversas aos exercícios.

4.3.5 Desfechos primários

4.3.5.1 Viabilidade da intervenção

A viabilidade foi determinada pelos seguintes resultados: taxa de recrutamento e elegibilidade, adesão às intervenções e retenção de acompanhamento nos momentos de

avaliação de 14 e 26 semanas. A taxa de recrutamento foi estabelecida como o número de pacientes randomizados por semana. A taxa de elegibilidade dos participantes foi calculada pela proporção de participantes recrutados em relação ao número total de participantes rastreados. A adesão à intervenção foi determinada como: 1) o percentual de participantes que receberam conteúdo da intervenção (ou seja, acesso a palestras, recebimento de conteúdo educativo – ambos os grupos – e acesso a vídeos de exercícios – exclusivamente para o grupo experimental); 2) o percentual médio de participação nas palestras; e 3) o percentual médio de sessões de exercício (exclusivo para o grupo experimental). A retenção de acompanhamento foi calculada como a porcentagem de participantes avaliados em relação ao número total de participantes randomizados para cada ponto de tempo de acompanhamento (14 semanas e 26 semanas).

Os critérios de tomada de decisão para determinar a viabilidade e a capacidade de progredir para um ensaio clínico randomizado completo foram estabelecidos com base em estudos anteriores realizados com pessoas com OAJ (JOSEPH *et al.*, 2023; JOSEPH *et al.*, 2022; MODARRESI *et al.*, 2023; SHAH *et al.*, 2024; STANTON *et al.*, 2020) e estão disponíveis em Tabela 2. Se considerado adequado, o ensaio clínico segue como planejado; se parcialmente adequado, ajustes são necessários; e se inadequado, mudanças metodológicas no ensaio clínico devem ser propostas.

Tabela 2: Critérios para avaliar a adequação do projeto para prosseguir com o ensaio clínico.

	Adequado	Parcialmente Adequado	Inadequado
Recrutamento e elegibilidade	Inclusão de pelo menos 25% das pessoas que desejam participar da pesquisa. Um mínimo de 2 participantes recrutados por semana, em média.	Inclusão de pelo menos 15% das pessoas que desejam participar da pesquisa. Um mínimo de 1 participante recrutado por semana, em média.	Inclusão de menos de 15% de pessoas que desejam participar da pesquisa. Menos de 1 participante recrutado por semana, em média.
Adesão à intervenção	Pelo menos 70% dos participantes do grupo experimental aderiram a um mínimo de 29 (de 42) sessões de exercícios Pelo menos 70% dos participantes aderiram a um número mínimo de 4 (de 7) palestras. Pelo menos 80% das intervenções foram realizadas integralmente.	Pelo menos 50% dos participantes do grupo experimental aderiram a um mínimo de 29 (de 42) sessões de exercícios Pelo menos 50% dos participantes aderiram a um número mínimo de 4 (de 7) palestras. Pelo menos 60% das intervenções foram realizadas integralmente.	Menos de 50% dos participantes do grupo experimental aderiram a um mínimo de 29 (fora) sessões de exercícios Menos de 50% dos participantes aderiu a um número mínimo de 4 (de 7) palestras. Menos de 60% das intervenções foram realizadas integralmente.

Retenção de longo prazo	Taxa de comparecimento de pelo menos 70% para reavaliações (14 semanas) e acompanhamento (26 semanas)	Pelo menos 50% de comparecimento às reavaliações (14 semanas) e acompanhamento (26 semanas)	Menos de 50% de comparecimento às reavaliações (14 semanas) e acompanhamento (26 semanas)
--------------------------------	---	---	---

4.3.5.2 Aceitabilidade da intervenção

Relatos sobre a aceitabilidade das intervenções clínicas foram coletados dos participantes. Uma questão objetiva com duas opções explorou se o tratamento agradou aos participantes e uma pergunta de resposta curta explorou o motivo da resposta anterior. Também foram registrados relatos dos participantes relacionados às dificuldades encontradas durante a implementação da intervenção, bem como sugestões de melhorias nas avaliações e intervenções.

4.3.6 Desfechos secundários

4.3.6.1 Utilidade e motivação dos participantes

Relatos sobre a utilidade e os benefícios das intervenções foram coletados. Uma pergunta objetiva (“Gostou de participar do programa?”) com duas opções de resposta (“sim” ou “não”) foi apresentada para identificar se os participantes acreditavam que a intervenção tinha propiciado benefícios físicos, emocionais e/ou mentais, e uma pergunta de resposta curta explorou os benefícios identificados por cada participante. A motivação antes de iniciar a intervenção foi avaliada no início do estudo, medindo a disposição de cada participante em participar da pesquisa em uma escala de 11 pontos (CHANG *et al.*, 2017).

4.3.6.2 Segurança dos participantes

A segurança dos participantes foi avaliada pela fisioterapeuta durante todo o período de intervenção por meio de questionamentos verbais realizados semanalmente (“Ocorreu algum problema ou intercorrência durante ou após a realização dos exercícios?”). Quando eram relatadas ocorrências de sintomas adversos, a sua descrição e as recomendações oferecidas aos participantes para melhora dos sintomas foram documentadas (CHANG *et al.*, 2017).

4.3.6.3 Barreiras à intervenção

As barreiras, ou razões para a não adesão dos participantes às intervenções propostas, e os motivos para o não comparecimento às avaliações foram documentados (JOSEPH, K. L. *et al.*, 2022).

4.3.6.4 Impacto do tratamento

O impacto do tratamento foi avaliado por análise dos resultados clínicos por interação grupo-tempo e mudanças intragrupo ao longo do tempo para ambos os grupos de intervenção. Questionários, testes de função física, Avaliação Dinâmica da Dor (DAP), força muscular do quadríceps e QST foram aplicados a todos os participantes no início do estudo, em 14 e em 26 semanas. A percepção geral de melhora foi questionada em 14 e 26 semanas.

Os limiares de dor à pressão (LDP) foram medidos com um algômetro de pressão OE220 (ITO Physiotherapy and Rehabilitation, Ito, Japão), por meio de aumento gradual da pressão (cerca de 0,3 kg/cm²/s) até que o participante sentisse que a pressão havia se tornado dolorosa. As medidas de LDP foram realizadas aleatoriamente nos seguintes locais: linha articular medial do joelho mais sintomático, quarto distal do músculo reto femoral ipsilateral, quarto proximal do músculo extensor longo do carpo contralateral, centro da patela (bilateralmente) e quarto proximal do músculo tibial anterior (bilateralmente). A escolha dos locais de LDP foi baseada em estudos anteriores (ARENDR-NIELSEN *et al.*, 2010; HATTORI *et al.*, 2024; PRATHEEP; MADELEINE; ARENDR-NIELSEN, 2018) Os locais centro da patela e linha medial do joelho estão relacionados à hiperalgesia primária, em contraste, os locais tibial anterior e quadríceps estão relacionados à hiperalgesia secundária nos músculos circundantes, ambos recomendados para pessoas com OAJ (ARENDR-NIELSEN *et al.*, 2010; PRATHEEP; MADELEINE; ARENDR-NIELSEN, 2018). O antebraço foi utilizado para a detecção de hiperalgesia remota (HATTORI *et al.*, 2024). Com o objetivo de reduzir a sobrecarga de avaliação dos pacientes, foram utilizados apenas dois locais (um na articulação do joelho e outro no entorno muscular) no joelho contralateral. Um total de 3 medidas (intervalos de 30 segundos) foi realizado para cada ponto, e a média foi usada para análise estatística (MOREIRA *et al.*, 2021; PRATHEEP; MADELEINE; ARENDR-NIELSEN, 2018). A confiabilidade das medições de LDP em pessoas com OAJ está bem estabelecida (HINAREJOS *et al.*, 2019; STAUSHOLM *et al.*, 2023; WYLDE *et al.*, 2011).

A ST foi avaliada com um algômetro de pressão no músculo quadríceps a 7 cm da borda superior lateral da patela (JOERGENSEN *et al.*, 2013) do lado mais afetado. Foi realizado seguindo o protocolo descrito por Rampazo *et al.* (2021) (RAMPAZO *et al.*, 2021). Inicialmente, o LDP foi identificado e, em seguida, 10 estímulos com intervalos de 1 segundo

entre eles foram aplicados utilizando o LDP predeterminado. Os participantes classificaram a intensidade da dor (NRS 0-10) após o primeiro, quinto e décimo estímulos (RAMPAZO *et al.*, 2021). A ST foi calculada como a diferença na intensidade da dor entre o décimo e o primeiro estímulo.

A modulação condicionada da dor (MCD) foi avaliada usando o protocolo descrito por De Martino *et al.* (2019) (DE MARTINO *et al.*, 2019). O efeito da MCD comparou a intensidade da dor causada pelos estímulos de teste (algômetro de pressão) antes e imediatamente após a aplicação do estímulo condicionante da dor (água fria a 4°C). A intensidade dos estímulos de teste foi realizada na linha articular medial do joelho mais sintomático e na superfície ventral do antebraço ipsilateral, com aumento da pressão (0,3 Kg/cm²/s) até que o participante indicasse intensidade de dor de 5 na END 0-10. Em seguida, os estímulos de teste estipulados foram aplicados por 5 segundos em cada ponto, e a intensidade da dor foi graduada pelos participantes em END 0-10. Em seguida, os participantes mergulharam a mão contralateral do joelho mais sintomático em um recipiente com água a 4°C por 60 segundos e classificaram a intensidade da dor máxima percebida. Finalmente, a intensidade da dor desencadeada pelos estímulos de teste com o algômetro foi novamente aferida. O efeito da MCD foi calculado pelo diferença relativa na intensidade da dor antes e após a aplicação do estímulo condicionante (DE MARTINO *et al.*, 2019).

A percepção geral de melhora foi avaliada com o uso da ferramenta *Global Rating of Change* de 15 pontos (DEYLE *et al.*, 2020). Os participantes também classificaram a intensidade de dor (END 0-10) máxima, média e no momento da avaliação. Os sintomas de OAJ foram medidos pelo questionário *Western Ontario and McMaster University Osteoarthritis Index* (WOMAC), que apresenta boa confiabilidade e validade de construto na versão em português do Brasil (LAGE *et al.*, 2020). Pontuação (0 a 96) mais alta indica a presença de sintomas mais graves (TUBACH *et al.*, 2005).

Foi implementado um conjunto padronizado de testes recomendados pelo OARSI para a avaliação da função física (DOBSON *et al.*, 2013): Teste de sentar e levantar por 30 segundos, Teste de caminhada rápida (4 x 10 metros), e Teste de subida e descida de degraus (11 degraus, com altura de 17 cm). Nos testes, foram registrados respectivamente o número de movimentos de sentar-se e levantar-se, a velocidade de caminhada e o tempo de subida e descida da escada.

A dor relacionada à atividade física foi avaliada por meio da ferramenta *Dynamic weight-bearing Assessment of Pain* (DAP), que apresenta excelente confiabilidade, boa validade de construto e responsividade, (KLOKKER *et al.*, 2015, 2016). Os participantes classificaram sua

intensidade máxima de dor na END 0-10 após realizar uma sequência de agachamentos a partir da posição em pé durante 30 segundos.

A força dos músculos extensores dos joelhos foi medida com um dinamômetro manual (Lafayette Instruments, Lafayette, IN, EUA). O pico de força da contração voluntária isométrica máxima foi avaliado 3 vezes bilateralmente com intervalo de 60 segundos entre elas. A média e o maior valor de pico de torque para cada movimento foram utilizados para as análises. Este teste apresentou confiabilidade boa a excelente e validade concorrente (MENTIPLAY *et al.*, 2015).

Para verificar a presença de sintomas semelhantes à dor neuropática, foi utilizada a versão em português do Brasil do questionário *PainDetect*, que demonstrou boa consistência interna (RIO *et al.*, 2021). As pontuações variam de 0 a 38 e quando ≤ 12 indica a ausência de dor de origem neuropática.

Os sintomas de ansiedade e depressão foram medidos por meio da versão em português do Brasil do questionário *Hospital Anxiety and Depression Scale* (HADS) (BOTEGA *et al.*, 1998), que apresenta alta sensibilidade e discrimina a presença ou ausência dos sintomas. Os participantes preencheram as duas subescalas, cada uma com sete questões e pontuação de 0 a 21. Escores maiores que 8 indicam a presença da morbidade (BRENNAN *et al.*, 2010).

A versão em português do Brasil do questionário *Pittsburgh Sleep Quality Index* (PSQI), que apresenta consistência interna e confiabilidade adequadas, foi utilizada para identificar a qualidade do sono dos participantes (BERTOLAZI, 2008; SPIRA *et al.*, 2012). A pontuação total varia de 0 a 21, com pontuações maiores que 5 indicando relevância clínica (BEAUDREAU *et al.*, 2012; SPIRA *et al.*, 2012).

A qualidade de vida foi medida usando a versão em português do Brasil do *12-item Health Survey* (SF-12). Com boa validade de construto, sensibilidade e confiabilidade (SILVEIRA *et al.*, 2013), este questionário é composto por 12 questões (12 - 48 pontos), sendo que quanto maior a pontuação, maior a qualidade de vida.

A cinesiofobia foi avaliada por meio da versão em português do Brasil da *Tampa Scale for Kinesiophobia* (TSK) (SIQUEIRA; TEIXEIRA-SALMELA; MAGALHÃES, 2007). A pontuação final de suas 17 questões varia de 17 a 68 pontos, com pontuações superiores a 37 indicando a presença de cinesiofobia (GOUBERT *et al.*, 2004).

Pensamentos e sentimentos relacionado à dor foram avaliados usando a versão brasileira do *Pain Catastrophizing Scale* (PCS), que apresenta boa consistência interna, validade e confiabilidade (SEHN *et al.*, 2012). A pontuação total de seus 13 itens varia de 0 a 52, com

pontuações acima de 30 consideradas clinicamente relevante (SULLIVAN; BISHOP; PIVIK, 1995).

4.3.7 Processamento de dados e análise estatística

As características dos participantes na linha de base foram calculadas usando estatísticas descritivas. Os resultados de viabilidade foram examinados em termos de frequências e porcentagens. A aceitabilidade da intervenção foi definida como a porcentagem de participantes que responderam "sim" quando perguntados se a intervenção os agradou. Da mesma forma, a aceitabilidade foi medida usando a porcentagem de participantes que responderam "sim" quando perguntados se acreditavam que a intervenção tinha benefícios para a saúde física, emocional e/ou mental. As respostas às perguntas curtas (aceitabilidade, segurança e barreiras) foram transcritas, agrupadas e analisadas em termos de porcentagens. As mudanças intragrupo e respectivos intervalos de confiança foram descritos. Para dados faltantes, foi utilizada a imputação com o valor basal transportado (STANTON *et al.*, 2020). Todas as análises foram realizadas usando o *Software Statistical Package for Social Science*, versão 26.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, EUA), com significância de até 5%.

4. 4 Resultados

Um total de 30 participantes foram incluídos neste estudo e randomizados nos dois grupos de intervenção (Figura 3). As avaliações foram realizadas e os programas de intervenção foram entregues conforme planejado. A Tabela 3 descreve as características dos participantes e os dados sociodemográficos. A média de idade (\pm desvio-padrão) dos participantes foi de 60,27 (\pm 8,25) anos; 63,33% eram do sexo feminino.

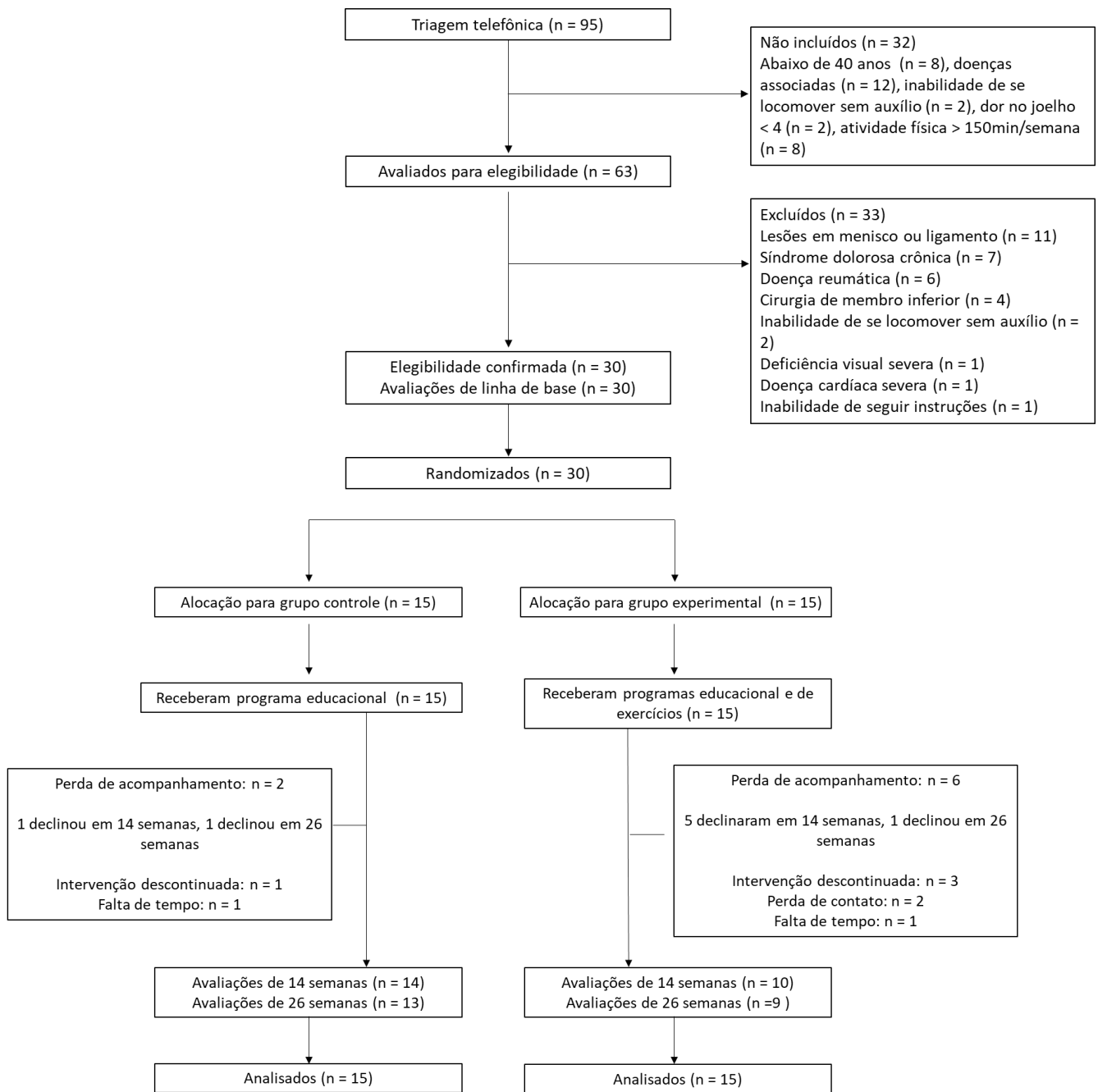


Figura 3: Fluxograma do estudo.

Tabela 3: Características dos participantes e dados sociodemográficos.

Características dos participantes e dados sociodemográficos	Grupo controle n = 15	Grupo experimental n = 15	Total n = 30
Sexo (feminino)	9 (60.00%)	7 (46.67%)	16 (53.33%)
Idade (anos)	62,20 ± 8,44	58,33 ± 7,85	60,27 ± 8,25

Altura (m)	1,63 ± 0,11	1,68 ± 0,09	1,65 ± 0,10
Peso (Kg)	84.43 ± 11.82	88.53 ± 19.71	86.48 ± 16.10
IMC (kg/m ²)	32,18 ± 6,54	31.37 ± 5.78	31,78 ± 6,07
Educação			
<i>Até 8 anos</i>	3 (2.00%)	1 (6.67%)	4 (13.33%)
<i>De 9 a 11 anos</i>	4 (26.67%)	10 (66.67%)	14 (46.67%)
<i>Mais de 11 anos</i>	8 (53.33%)	4 (26.67%)	12 (40.00%)
Motivação para intervenção (0-10)	8,93 ± 1,22	9,73 ± 0,59	9,33 ± 1,03
Joelho mais afetado			
<i>Direito</i>	12 (80.00%)	8 (53.33%)	20 (66.67%)
<i>Esquerdo</i>	3 (20.00%)	7 (46.67%)	10 (33.33%)
Nível basal de atividade física (minutos/semana)	38.67 ± 52.35	28.67 ± 49.69	33.67 ± 50.41
Prática basal de fisioterapia (número de participantes)	2	1	3
Comorbidades			
<i>Hipertensão arterial</i>	6	9	15
<i>Diabetes Mellitus</i>	2	2	4
<i>Asma</i>	0	1	1
<i>Doenças cardíacas controladas</i>	1	1	2
<i>Osteoporose</i>	1	0	1
<i>OA de quadril</i>	1	0	1
MoCA(0-30)	28,33 ± 1,72	22,87 ± 0,99	28,60 ± 1,40
Intensidade média de dor nos últimos 7 dias (0-10)	7,00 ± 0,57	6,73 ± 0,54	6,87 ± 0,38
<i>Pain Catastrophizing</i> <i>Scale (0-52)</i>	30.07 ± 12.13	24.47 ± 10.75	27.27 ± 11.62
<i>Tampa Scale of Kinesiophobia</i> (17-68)	42,20 ± 9,95	38,73 ± 6,42	40,47 ± 8,42
Atividade diária mais dolorosa			
<i>Agachar/pegar algo no chão</i>	7	14	7
<i>Em pé por muito tempo</i>	2	6	4
<i>Trabalhando</i>	2	4	2
<i>Caminhando</i>	3	7	4
<i>Giro</i>	1	1	0
Descer ou subir as escadas	1	2	1

Ciclismo	0	1	1
Sentado e em pé	0	1	1

IMC – índice de massa corporal; MoCA – Avaliação Cognitiva de Montreal

4.4.1 Desfechos primários

4.4.1.1 Viabilidade

Entre os desfechos de viabilidade, a taxa de elegibilidade foi de 31,58%, considerada adequada em conformidade com os critérios inicialmente estabelecidos (pelo menos 25% das pessoas que buscaram participar da pesquisa), bem como a taxa de recrutamento, que foi de 2,73 participantes por semana (pelo menos 2 participantes entraram na pesquisa por semana). A adesão à intervenção atingiu 100% em termos de entrega de material educativo escrito (conteúdo das palestras) e instruções de exercícios (links para vídeos de exercícios), 63% na participação nas sessões educativas e 60% na execução do programa de exercícios. 60% dos participantes do grupo experimental realizaram um mínimo de 29/42 sessões de exercícios prescritos e 80% de todos os participantes participaram de um mínimo de 4/7 palestras educativas. Assim, segundo os critérios inicialmente estabelecidos, a adesão à intervenção foi considerada adequada, com exceção da adesão ao programa de exercícios, que foi considerada parcialmente adequada.

Observou-se uma adequada retenção dos participantes, pois 80% deles foi submetida às avaliações de 14 semanas e 73% às avaliações de acompanhamento (26 semanas). No entanto, o grupo experimental apresentou taxas de retenção mais baixas (66,67% em 14 semanas e 60% em 26 semanas) em comparação com o grupo controle (93,33% em 14 semanas e 86% em 26 semanas).

4.4.1.2 Aceitabilidade

Em relação à aceitabilidade, 6 participantes não responderam às perguntas por não comparecerem às avaliações de 14 semanas. Dentre as 24 respostas obtidas, 22 participantes (92%) avaliaram a intervenção como aceitável. Os dois participantes que consideraram a intervenção inaceitável eram do grupo controle, e acreditavam que o nível de informação nas palestras estava abaixo de suas expectativas. Os participantes que consideraram a intervenção aceitável relataram que as intervenções os agradaram porque obtiveram: melhora da dor e da condição física, aquisição de conhecimento sobre a doença e melhora do sono, do apetite e da saúde mental. Também elogiaram a organização das intervenções, a atenção recebida e o comprometimento da fisioterapeuta responsável pela intervenção.

4.4.2 Desfechos secundários

4.4.2.1 Utilidade e motivação

Dentre as 24 respostas obtidas, 22 participantes (92%) classificaram a intervenção como útil para melhorar sua saúde física, mental e/ou emocional. Dois participantes do grupo controle afirmaram que a intervenção não trouxe nenhum benefício. Os demais participantes relataram melhora da saúde física e mental/emocional como os maiores benefícios do programa, bem como redução do uso de medicamentos, perda de peso, aquisição de novos conhecimentos e incentivo à atividade física. A motivação média dos participantes para participar das intervenções foi de 9,33 ($\pm 0,19$).

4.4.2.2 Segurança dos participantes

Em relação à segurança, no grupo experimental, 8 participantes relataram dor muscular, 8 relataram fadiga, 2 relataram dor lombar e 1 relatou tontura após sessões de exercício. Esses eventos adversos foram considerados aceitáveis em comparação com os relatados em estudos semelhantes (MESSIER *et al.*, 2024). Os eventos adversos não relacionados ao programa relatados incluíram fratura de costela (1 experimental), cirurgia de hérnia inguinal (1 controle), cirurgia do túnel do carpo (1 controle), quedas (1 experimental, 2 controle), herpes zoster (1 experimental) e gripe ou COVID-19 (4 experimentais, 4 controle). Quando necessário, os pacientes foram orientados a usar crioterapia local e reduzir a velocidade do exercício (grupo experimental) e evitar exercícios direcionados a áreas doloridas.

4.4.2.3 Barreiras à intervenção

As principais barreiras enfrentadas pelos participantes foram dificuldade de acesso às atividades online, internet instável durante as palestras, conflitos de agendamento e desafios na realização de exercícios de solo.

4.4.2.4 Sugestões

Os participantes sugeriram principalmente fornecer palestras gravadas para visualização flexível, aprimorar o conteúdo das palestras e mudar o protocolo de exercícios para um formato presencial.

4.4.2.5 Impacto das intervenções

A Tabela 4 descreve os dados por média e intervalo de confiança de 95% para ambos os grupos no início do estudo, 14 semanas e 26 semanas. As diferenças intragrupo e entre os

grupos em 14 semanas e em 26 semanas para todas as variáveis clínicas são apresentadas na Tabela 5. Geralmente, os resultados indicam que a intervenção realizada ao grupo experimental reduziu a intensidade da dor e os escores WOMAC ao longo do tempo, reduziu o tempo para subir escadas ao longo do tempo, aumentou os limiares de dor à pressão ao longo do tempo e aumentou a força muscular média ao longo do tempo. Em relação ao grupo controle, a intervenção reduziu a intensidade média da dor ao longo do tempo. Os resultados das diferenças entre os grupos indicaram melhores resultados clínicos em favor do grupo experimental após a intervenção.

Tabela 4: Médias e intervalos de confiança de 95% para ambos os grupos no início do estudo, em 14 semanas e em 26 semanas.

Desfechos	Grupo controle 0 semana	Grupo controle 14 semanas	Grupo controle 26 semanas	Grupo experimental 0 semana	Grupo experimental 14 semanas	Grupo experimental 26 semanas
Intensidade de dor no momento (0-10)	4.80 (3.29 to 6.32)	4.13 (2.69 to 5.58)	3.93 (2.43 to 5.43)	4,33 (2.19 to 5.85)	3.47 (2.02 to 4.91)	2.80 (1.30 to 4.30)
Intensidade máxima de dor em 4 semanas (0-10)	7.73 (6.29 to 9.18)	7.27 (5.81 to 8.72)	7.13 (5.56 to 8.71)	6.13 (4.69 to 7.58)	6.47 (5.01 to 7.92)	4.87 (3.29 to 6.45)
Intensidade de dor média em 4 semanas (0-10)	6.60 (5.45 to 7.75)	5.00 (3.67 to 6.33)	5.00 (3.61 to 6.39)	5.20 (4.05 to 6.35)	5.00 (3.67 to 6.33)	4.07 (2.68 to 5.46)
Teste de sentar-se e levantar-se 30s (número de repetições)	9.13 (7.84 to 10.43)	9.20 (7.96 to 10.44)	8.67 (7.44 to 9.89)	10.87 (9.57 to 12.16)	11.07 (9.83 to 12.30)	10.80 (9.58 to 12.02)
Teste de caminhada rápida 40m (m/s)	1.31 (1.10 to 1.51)	1.37 (1.14 to 1.59)	1.40 (1.19 to 1.61)	1.51 (1.31 to 1.18)	1.59 (1.37 to 1.82)	1.57 (-0.25 to 3.40)
Teste de subida e descida de degraus (s)	26.57 (19.72 to 33.42)	24.32 (19.25 to 29.40)	22.73 (17.92 to 27.55)	18.91 (12.06 to 25.76)	15.94 (10.86 to 21.01)	14.66 (9.85 to 19.47)
DAP (número de repetições)	12.13 (10.23 to 14.03)	13.00 (10.97 to 15.03)	13.33 (11.59 to 15.07)	13.33 (11.43 to 15.23)	14.87 (12.83 to 16.90)	14.67 (12.93 to 16.41)
HADS – A (0-21)	9.00 (7.40 to 10.60)	8.60 (6.94 to 10.26)	8.47 (6.72 to 10.21)	6.00 (4.40 to 7.60)	5.87 (4.21 to 7.53)	5.60 (3.85 to 7.35)

HADS – D (0-21)	7.33 (5.91 to 8.76)	6.93 (5.46 to 8.41)	6.73 (5.26 to 8.20)	5.20 (3.77 to 6.63)	4.87 (3.39 to 6.35)	4.40 (2.93 to 5.87)
PSQI (0-38)	9.00 (7.43 to 10.57)	8.80 (6.89 to 10.71)	9.33 (5.76 to 12.91)	5.47 (3.90 to 7.03)	6.20 (4.29 to 8.11)	8.53 (4.96 to 12.11)
SF-12 (0-47)	30.13 (27.49 to 32.78)	30.53 (26.99 to 34.08)	29.00 (25.64 to 32.36)	31.27 (28.62 to 33.91)	32.87 (29.32 to 36.41)	32.73 (29.37 to 36.09)
WOMAC – Dor (0-20)	9.53 (7.56 to 11.50)	9.33 (6.91 to 11.76)	10.07 (7.61 to 12.52)	10.07 (8.09 to 12.04)	8.13 (5.71 to 10.56)	8.67 (6.21 to 11.12)
WOMAC – Função (0-68)	32.40 (26.66 to 39.15)	32.20 (24.35 to 40.05)	33.87 (28.79 to 40.94)	29.50 (22.52 to 36.48)	24.29 (16.16 to 32.41)	24.07 (16.75 to 31.40)
WOMAC – Total (0-96)	45.13 (34.25 to 56.02)	44.93 (33.44 to 56.43)	47.47 (34.49 to 60.44)	42.33 (31.45 to 53.22)	33.53 (22.04 to 45.03)	42.40 (29.43 to 55.37)
Pain Catastrophizing Scale (0-52)	30.07 (24.00 to 36.13)	27.67 (21.20 to 34.13)	27.53 (20.78 to 34.29)	24.47 (18.40 to 30.53)	19.73 (13.27 to 26.20)	21.67 (14.91 to 28.42)
Tampa Questionnaire of Kinesiophobia (17-68)	42.20 (37.77 to 46.63)	41.07 (35.97 to 46.16)	41.73 (36.77 to 46.69)	38.73 (34.31 to 43.16)	36.33 (31.24 to 41.43)	37.47 (32.51 to 42.43)
Pain Detect (0-38)	11.80 (8.62 to 14.98)	11.33 (8.16 to 14.51)	11.40 (8.06 to 14.74)	13.33 (10.15 to 16.51)	11.93 (8.76 to 15.11)	11.07 (7.72 to 14.41)
Número de articulações dolorosas	3.33 (2.10 to 4.57)	3.87 (2.72 to 5.01)	3.60 (2.59 to 4.61)	3.07 (1.83 to 4.30)	2.53 (1.39 to 3.68)	2.27 (1.26 to 3.28)
LDP Linha articular medial do joelho (Kg/cm2)	4.00 (3.24 to 4.75)	3.28 (2.57 to 3.99)	3.39 (2.59 to 4.18)	4.01 (3.26 to 4.76)	4.55 (3.84 to 5.26)	4.66 (3.86 to 5.45)
LDP Reto femoral (Kg/cm2)	4.70 (3.98 to 5.43)	4.31 (3.68 to 4.94)	4.31 (3.65 to 4.96)	5.74 (5.01 to 6.46)	5.83 (5.20 to 6.46)	5.91 (5.26 to 6.56)
LDP Extensor radial longo do carpo (CL) (Kg/cm2)	3.45 (2.82 to 4.08)	3.23 (2.50 to 3.96)	3.15 (2.41 to 3.89)	3.61 (2.98 to 4.24)	3.98 (3.25 to 4.71)	4.31 (3.57 to 5.04)
LDP Centro da patella (Kg/cm2)	4.50 (3.80 to 5.20)	4.28 (3.60 to 4.97)	4.20 (3.50 to 4.91)	4.85 (4.15 to 5.54)	5.30 (4.62 to 5.98)	5.28 (4.58 to 5.99)
LDP Centro da patela (CL) (Kg/cm2)	4.95 (4.28 to 5.61)	4.24 (3.54 to 4.94)	4.35 (3.61 to 5.09)	5.13 (4.46 to 5.80)	5.40 (4.70 to 6.10)	5.31 (4.58 to 6.05)

LDP Tibial anterior (Kg/cm2)	4.65 (3.94 to 5.35)	3.93 (3.17 to 4.69)	3.91 (3.18 to 4.64)	5.52 (4.82 to 6.22)	5.68 (4.92 to 6.44)	5.58 (4.85 to 6.31)
LDP Tibial anterior (CL) (Kg/cm2)	4.79 (4.10 to 5.48)	3.99 (3.25 to 4.73)	4.02 (3.28 to 4.77)	5.49 (4.80 to 6.18)	5.35 (4.61 to 6.10)	5.40 (4.65 to 6.14)
Efeito da MCD na dor no joelho (diferença em END pós MCD)	-0.24 (-1.29 to 0.81)	-0.67 (-0.98 to 0.85)	-0.47 (-1.39 to 0.46)	-1.40 (-2.45 to 0.35)	-1.27 (-2.18 to 0.35)	-1.13 (-2.06 to 0.21)
Efeito da MCD na dor no antebraço (diferença em END após MCD)	-0.57 (-1.41 to 0.26)	-0.53 (-1.40 to 0.34)	-0.60 (-1.34 to 0.34)	-1.47 (-2.30 to -0.64)	-1.00 (-1.87 to 0.13)	-1.68 (-2.01 to -0.53)
Somação temporal (diferenças em END após 10 estímulos)	1.47 (0.70 to 2.24)	1.00 (0.18 to 1.82)	1.13 (0.41 to 1.86)	1.60 (0.83 to 2.37)	1.13 (0.31 to 1.96)	1.33 (0.61 to 2.06)
Força média (Kgf)	22.29 (17.66 to 26.91)	22.57 (17.45 to 27.12)	21.39 (16.62 to 26.16)	22.49 (17.87 to 27.12)	25.69 (20.57 to 30.81)	26.05 (21.29 to 30.82)
Forçamédia CL (Kgf)	25.16 (20.85 to 29.46)	25.41 (20.45 to 30.37)	24.43 (19.46 to 29.40)	24.78 (20.47 to 29.08)	26.54 (21.59 to 31.50)	27.36 (22.39 to 32.34)
Força máxima (Kgf)	25.16 (20.23 to 30.08)	25.10 (19.67 to 30.53)	22.95 (17.92 to 27.98)	24.98 (20.06 to 29.91)	27.95 (22.52 to 33.38)	27.92 (22.89 to 32.95)
Força máxima CL (Kgf)	26.77 (22.08 to 31.46)	26.67 (21.48 to 31.85)	25.96 (20.81 to 31.11)	26.47 (21.78 to 31.16)	28.88 (23.70 to 34.06)	29.58 (24.43 to 34.73)

DAP – Dynamic weight-bearing Assessment of Pain; HADS – *Hospital Anxiety and Depression Scale*; A – Ansiedade; D – Depressão; PSQI – *Pittsburgh Sleep Quality Index*; SF-12 – *12-item Health Survey*; WOMAC – *Western Ontario and McMaster University Osteoarthritis Index*; CL – contralateral; LDP – limiar de dor à pressão; MCD – modulação condicionada da dor.

Tabela 5: As diferenças intragrupo e entre os grupos em 14 semanas e em 26 semanas para todas as variáveis clínicas.

Desfechos	Grupo controle	Grupo experimental	Diferenças entre grupos em 14 semanas	Grupo controle Diferença 0 – 26 semanas	Grupo experimental Diferença	Diferenças entre grupos em 26 semanas
-----------	----------------	--------------------	---------------------------------------	---	------------------------------	---------------------------------------

	Diferença 0-14 semanas	Diferença 0 – 14 semanas			0 – 26 semanas	
Intensidade de dor momento avaliação (0-10)	-0.67 (-2.32 to 0.99)	-0.87 (-2.52 to 0.79)	-0.67 (0.51 to -2.71)	-0.87 (-2.15 to 0.41)	-1.53 (-2.81 to -0.26)	-1.13 (0.28 to -3.26)
Intensidade de dor máxima em 4 semanas (0-10)	-0.47 (-2.32 to 1.38)	0.33 (-1.52 to 2.19)	-0.80 (-2.86 to 1.26)	-0.60 (-2.04 to 0.84)	-1.27 (-2.71 to 0.18)	-2.27 (-4.50 to -0.03)
Intensidade de dor média em 4 semanas (0-10)	-1.60 (-3.16 to -0.45)	-0.20 (-1.76 to 1.36)	0.00 (-1.89 to 1.88)	-1.60 (-2.16 to -0.28)	-1.13 (-2.45 to 0.18)	-0.93 (-2.90 to 1.03)
Teste de sentar-se e levantar-se em 30s (número de repetições)	0.07 (-0.65 to 0.78)	0.20 (-0.52 to 0.92)	1.87 (0.12 to 3.62)	-0.47 (-1.39 to 0.45)	-0.07 (-0.99 to 0.85)	2.13 (0.40 to 3.86)
Teste de caminhada rápida 40m (m/s)	0.06 (-0.09 to 0.20)	0.08 (-0.06 to 0.22)	0.23 (-0.92 to 0.55)	0.10 (-0.30 to 0.22)	0.06 (-0.07 to 0.19)	0.17 (-0.13 to 0.47)
Teste de subida e descida de degraus (s)	-2.24 (-6.29 to 1.80)	-2.98 (-7.02 to 1.07)	-8.39 (-15.56 to -1.21)	-3.84 (-7.98 to 0.31)	-4.25 (-8.40 to -0.10)	-8.07 (-14.88 to -1.27)
DAP (número de repetições)	0.87 (-0.44 to 2.17)	1.53 (0.23 to 2.84)	1.87 (-1.01 to 4.74)	1.20 (-0.29 to 2.69)	1.33 (-0.16 to 2.82)	1.33 (-1.13 to 3.79)
HADS – A (0-21)	-0.40 (-1.31 to 0.51)	-0.13 (-1.05 to 0.78)	-2.73 (-5.08 to -0.39)	-0.53 (1.77 to 0.70)	-0.40 (-1.64 to 0.84)	-2.87 (-5.34 to -0.40)
HADS – D (0-21)	-0.40 (-1.54 to 0.74)	-0.33 (-1.47 to 0.80)	-2.07 (-4.16 to 0.02)	-0.60 (-1.70 to 0.50)	-0.80 (-1.90 to 0.30)	-2.33 (-4.41 to -0.25)
PSQI (0-21)	-0.20 (-1.73 to 1.33)	0.73 (-0.80 to 2.27)	-2.60 to -5.30 to 0.10)	0.33 (-2.88 to 3.55)	3.07 (-0.15 to 6.28)	-0.80 (-5.86 to 4.26)
SF-12 (0-47)	0.40 (-2.14 to 2.94)	1.60 (-0.94 to 4.14)	2.33 (-2.68 to 7.35)	-1.13 (-2.94 to 0.67)	1.47 (-0.34 to 3.27)	3.73 (-1.02 to 8.49)
WOMAC – Dor (0-20)	-0.20 (-1.56 to 1.16)	-1.93 (-3.29 to -0.57)	-1.20 (-4.63 to 2.23)	0.53 (-1.05 to 2.12)	-1.40 (-2.98 to 0.19)	-1.40 (-4.87 to 2.07)
WOMAC – Função (0-8)	-0.20 (-4.10 to 3.70)	-5.21 (-9.25 to -1.18)	-7.91 (-19.21 to 3.38)	1.47 (-2.28 to 5.22)	-5.43 (-9.31 to -1.55)	-9.80 (-19.98 to 0.39)
WOMAC – Total (0-96)	-0.20 (-6.16 to 5.76)	-8.80 (-14.76 to -2.84)	-11.40 (-27.65 to 4.85)	2.33 (-7.09 to 11.75)	0.07 (-9.35 to 9.49)	-5.07 (-23.41 to 13.28)

Pain Detect (0-38)	-0.47 (-3.79 to 2.85)	-1.40 (-4.72 to 1.92)	0.60 (-3.89 to 5.93)	-0.40 (-3.70 to 2.90)	-2.27 (-5.56 to 1.03)	-0.33 (-5.06 to 4.39)
Número de articulações dolorosas	0.53 (-0.76 to 1.83)	-0.53 (-1.83 to 0.76)	-1.33 (-2.95 to 0.29)	0.27 (-0.95 to 1.48)	-0.80 (-2.01 to 0.41)	-1.33 (-2.77 to 0.10)
LDP Linha articular medial do joelho (Kg/cm2)	-0.71 (-1.23 to -0.21)	0.54 (0.29 to 1.05)	1.27 (0.26 to 2.27)	-0.61 (1.27 to 0.05)	0.65 (-0.16 to 1.31)	1.27 (0.15 to 2.39)
LDP Reto femoral (Kg/cm2)	-0.40 (-0.89 to 0.9)	0.09 (-0.40 to 0.58)	1.52 (0.63 to 2.42)	-0.40 (-0.97 to 0.18)	0.17 (-0.40 to 0.74)	1.60 (0.68 to 2.53)
LDP Extensor radial longo do carpo (CL) (Kg/cm2)	-0.22 (-0.79 to 0.35)	0.37 (-0.20 to 0.94)	0.75 (-0.28 to 1.78)	-0.30 (-0.79 to 0.20)	0.69 (0.20 to 1.19)	1.15 (0.11 to 2.20)
LDP Centro da patela (Kg/cm2)	-0.22 (-0.61 to 0.18)	0.45 (0.06 to 0.85)	1.02 (0.05 to 1.98)	-0.30 (-0.65 to 0.05)	0.44 (0.09 to 0.79)	1.08 (0.08 to 2.08)
LDP Centro da patella (CL) (Kg/cm2)	-0.71 (-1.17 to -0.25)	0.27 (-0.19 to 0.73)	1.16 (0.17 to 2.16)	-0.60 (-1.01 to 0.19)	0.19 (-0.23 to 0.60)	0.96 (-0.08 to 2.01)
LDP Centro da patela (Kg/cm2)	-0.72 (-1.32 to 0.12)	0.16 (-0.44 to 0.77)	1.75 (0.68 to 2.83)	-0.73 (-1.30 to 0.17)	0.06 (0.51 to 0.63)	1.67 (0.63 to 2.70)
LDP Tibial anterior (CL) (Kg/cm2)	-0.80 (-1.42 to -0.17)	-0.14 (-0.76 to 0.49)	1.36 (0.31 to 2.41)	-0.77 (-1.21 to -0.32)	-0.09 (-0.54 to 0.35)	1.38 (0.32 to 2.43)
MCD Joelho (Diferenças em END após MCD)	0.17 (-1.33 to 1.68)	0.13 (-1.37 to 1.64)	-1.20 (-2.49 to 0.94)	-0.23 (-1.41 to 0.96)	0.27 (-0.92 to 1.45)	-0.67 (-1.97 to 0.64)
MCD Antebraço (diferença em END após MCD)	0.40 (-1.08 to 1.15)	0.47 (-0.65 to 1.58)	-0.47 (-1.70 to 0.76)	-0.27 (-1.06 to 1.00)	0.20 (-0.83 to 1.23)	-0.67 (-1.71 to 0.38)
Somação temporal (diferenças em END após 10 estímulos)	-0.47 (-1.46 to 0.53)	-0.47 (-1.46 to 0.53)	0.13 (-1.03 to 1.30)	-0.33 (-1.21 to 0.54)	0.27 (-1.14 to 0.61)	0.20 (-0.83 to 1.23)
Força média (kgf)	0.29 (-2.61 to 3.19)	3.19 (0.29 to 6.09)	3.11 (-4.13 to 10.35)	-0.90 (-3.89 to 2.07)	3.56 (0.59 to 6.53)	4.67 (-2.08 to 11.41)
Força média (CL) (kgf)	0.25 (-2.82 to 3.33)	1.77 (-1.31 to 4.84)	1.13 (-5.88 to 8.14)	-0.73 (-3.43 to 1.97)	2.59 (-0.11 to 5.29)	2.93 (-4.10 to 9.97)

Força máxima (kgf)	-0.60 (-3.07 to 2.95)	2.97 (-0.39 to 5.97)	2.84 (-4.83 to 10.53)	-2.21 (-5.21 to 0.80)	2.94 (-0.64 to 5.94)	4.97 (-2.15 to 12.08)
Força máxima (CL) (kgf)	-0.10 (-3.37 to 3.17)	2.41 (-0.86 to 5.68)	2.21 (-5.12 to 9.54)	-0.81 (-3.71 to 2.40)	3.11 (0.20 to 6.01)	3.62 (-3.67 to 10.91)

DAP – Dynamic weight-bearing Assessment of Pain; HADS – *Hospital Anxiety and Depression Scale*; A- Ansiedade; D – Depressão; PSQI – *Pittsburgh Sleep Quality Index*; SF-12 – *12-item Health Survey*; WOMAC – *Western Ontario and McMaster University Osteoarthritis Index*; CL – contralateral; LDP – limiar de dor à pressão; MCD – modulação condicionada da dor.

4. 6 Discussão

Este estudo avaliou a viabilidade de um ensaio clínico que visa investigar os efeitos da do treinamento em circuito no processamento da dor em pessoas com OAJ. As taxas de recrutamento, elegibilidade, retenção a longo prazo e aderência às palestras foram consideradas adequadas, enquanto a taxa de adesão ao programa de exercícios foi considerada parcialmente adequada para a progressão para o ensaio clínico, sendo necessárias algumas modificações para prosseguir com o protocolo. A motivação, aceitabilidade, percepção de utilidade e segurança durante as intervenções foram altas em ambos os grupos, e as principais barreiras relatadas foram relacionadas à dificuldade de acesso aos programas pela Internet. O impacto do tratamento foi mais efetivo no grupo experimental, como inicialmente hipotetizado.

Embora o estudo tenha apresentado vários critérios de exclusão que poderiam prejudicar as taxas de elegibilidade, cerca de um terço dos participantes contatados foi incluído no estudo, taxa considerada adequada para um ensaio clínico (NELLIGAN *et al.*, 2021; VINCENT *et al.*, 2020). A população local se interessou em participar da pesquisa, uma vez que uma longa lista de espera para entrada no programa foi formada após a primeira rodada de anúncios. A taxa de recrutamento dependeu principalmente da capacidade dos pesquisadores em realizar as avaliações, totalizando 30 participantes em menos de 3 meses, taxa considerada excelente (SHAH *et al.*, 2024). Para a execução do ensaio clínico, é fundamental manter um número de avaliadores disponíveis para manter a taxa durante os períodos de avaliação do ensaio.

A retenção de participantes foi um desafio, particularmente no grupo experimental. Enquanto o grupo controle teve maior adesão nas avaliações de 14 e 26 semanas, o grupo experimental não atingiu o mesmo nível de comparecimento, mesmo entre aqueles que completaram as intervenções. A taxa de frequência de 60% do grupo experimental na avaliação de 26 semanas é o percentual mínimo para ser considerado bom (SHAH *et al.*, 2024), portanto, estratégias para melhorar a participação nas avaliações de acompanhamento devem ser estabelecidas.

A adesão ao tratamento foi menor no programa de exercícios do que no programa de educação. Essa diferença na adesão aos programas, comum em outros estudos (HARMS *et al.*, 2020), pode ter envolvido o número de horas e esforços necessários para o cumprimento do programa de exercícios. Além disso, a adesão foi comprometida por eventos de doenças concomitantes (gripe, COVID-19, acidentes), o que reduziu a frequência semanal de atividades, principalmente no grupo experimental, no qual a condição de saúde é essencial para a participação. Por outro lado, eventos ocorridos no grupo controle, como cirurgia para síndrome do túnel do carpo e hérnia inguinal, e quedas, não prejudicaram a adesão, uma vez que os participantes puderam acompanhar as palestras mesmo em recuperação.

Em relação ao acompanhamento telefônico semanal, a maioria dos participantes aprovou o atendimento, principalmente a atenção recebida, mas alguns preferiram o contato por mensagens. Sabe-se que o acompanhamento do paciente melhora a adesão dos participantes às intervenções de exercícios (BENNELL *et al.*, 2020). Este estudo está alinhado com estudos anteriores que demonstraram que um acompanhamento telefônico estruturado pode melhorar a adesão do paciente à intervenção de exercícios domiciliares para pacientes com OAJ (CHEN; LI; LIN, 2016). Para um ensaio clínico completo, o acompanhamento dos participantes poderia ser aumentado com a adição de mensagens informativas com conteúdo educativo e lembretes para a realização dos exercícios conforme indicado pelo pesquisador. As intervenções de promoção da saúde realizadas com mensagens de acompanhamento são eficazes para o tratamento de várias condições de saúde, incluindo OAJ (HALL, A. K.; COLE-LEWIS; BERNHARDT, 2015).

A principal barreira para a implementação das intervenções relacionou-se à dificuldade de acesso ao conteúdo *online*, tanto pelas limitações individuais quanto pela instabilidade de seus sinais de internet. Assim, para realizar o ensaio clínico, será necessário aumentar o treinamento para acessar as atividades e ensinar os participantes a acessarem o conteúdo de forma mais detalhada. Outra possibilidade para melhorar a adesão às sessões educacionais seria enviar a gravação da palestra para os participantes que não conseguem acompanhar a atividade de forma síncrona, o que foi uma sugestão de alguns participantes.

Em relação aos desfechos clínicos, é importante considerar que o pequeno tamanho da amostra, característica inerente aos estudos de viabilidade, impede a interpretação precisa dos resultados (MODARRESI *et al.*, 2023), portanto, esses devem ser interpretados com cautela. Mudanças positivas ao longo do tempo foram observadas em ambos os grupos, mas principalmente no grupo experimental, para desfechos como intensidade da dor, função física,

DAP, força muscular e LDP, indicando que as intervenções podem ser eficazes tanto para o tratamento clínico quanto para modificar o processamento da dor, reduzindo a sensibilização à dor local e remota.

As diferenças entre os grupos nos diferentes tempos indicaram que a associação de programas de educação e exercícios pode ser mais eficaz do que o programa de educação isoladamente em vários desfechos, como função física, força muscular e LDP local e remoto.

É importante ressaltar que os resultados podem ter sido influenciados negativamente pela assiduidade dos participantes do grupo exercício nas avaliações de 14 e 26 semanas, o que implicou na repetição dos resultados iniciais em cerca de 40% dos resultados desse grupo. Além disso, sabe-se que a dosagem da intervenção influencia os resultados clínicos (MOSENG *et al.*, 2024), portanto, uma maior adesão ao programa de exercícios poderia impactar positivamente os resultados do tratamento. Assim, antes de prosseguir com o ensaio clínico, estratégias para retenção de participantes devem ser exploradas, para que as taxas de retenção sejam mais altas e, portanto, os resultados clínicos possam refletir a condição exata dos participantes do estudo.

Pontos fortes e limitações

Os pontos fortes deste estudo incluem o cegamento dos avaliadores para alocação nos grupos e da fisioterapeuta responsável pelas intervenções para os resultados das avaliações, intervenção com exercícios baseada em negociação com os participantes, para estabelecer a dosagem ajustada individualmente. Outra fortaleza é a exploração minuciosa das características de viabilidade, para garantir o ensaio clínico adequado, incluindo taxas de recrutamento, elegibilidade, adesão e retenção, bem como aceitabilidade, motivação, segurança e barreiras. Além disso, o estudo seguiu as declarações CERT, CONSORT e TiDieR. A principal limitação do estudo foi o baixo número de participantes para análise de eficácia, o que não permite a generalização dos resultados clínicos e dos desfechos relacionados ao processamento da dor. O autorrelato para avaliação de adesão ao programa de exercícios é uma segunda limitação, pois essa medida não apresenta objetividade.

4.7 Conclusão

Este estudo de viabilidade alcançou boas taxas de viabilidade e aceitabilidade. A intervenção com exercícios mostrou-se eficiente na redução dos sintomas e na melhora da sensibilização à dor. Barreiras foram identificadas e servirão de base para o desenvolvimento de estratégias para aumentar a adesão aos programas e a retenção no acompanhamento dos

participantes, tanto durante a aplicação das intervenções quanto das avaliações do ensaio clínico.

4. 8 Referências

AILY, Jéssica B *et al.* Face-to-face and telerehabilitation delivery of circuit training have similar benefits and acceptability in patients with knee osteoarthritis : a randomised trial. **Journal of Physiotherapy**, [s. l.], vol. 69, p. 232–239, 2023.

ALTMAN, R. *et al.* Development of criteria for the classification and reporting of osteoarthritis: Classification of osteoarthritis of the knee. **Arthritis & Rheumatism**, [s. l.], vol. 29, no. 8, p. 1039–1049, 1986. Available at: <https://doi.org/10.1002/art.1780290816>

ARENDT-NIELSEN, Lars *et al.* Pain and Sensitization after Total Knee Replacement or Non-Surgical Treatment in Patients with Knee Osteoarthritis: Identifying Potential Predictors. **European Journal of Pain**, [s. l.], vol. 22, no. 6, p. 1088–1102, 2018. Available at: <https://doi.org/10.1002/ejp.1193>.

ARENDT-NIELSEN, Lars. Pain sensitisation in osteoarthritis. **Clinical and Experimental Rheumatology**, [s. l.], vol. 35, no. 5, p. S68–S74, 2017.

ARENDT-NIELSEN, Lars *et al.* Sensitization in patients with painful knee osteoarthritis. **Pain**, [s. l.], vol. 149, no. 3, p. 573–581, 2010. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.pain.2010.04.003>

BANNURU, R. R. *et al.* OARSI guidelines for the non-surgical management of knee, hip, and polyarticular osteoarthritis. **Osteoarthritis and Cartilage**, [s. l.], vol. 27, no. 11, p. 1578–1589, 2019. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.joca.2019.06.011>

BEAUDREAU, Sherry A. *et al.* Validation of the Pittsburgh Sleep Quality Index and the Epworth Sleepiness Scale in older black and white women. **Sleep Medicine**, [s. l.], vol. 13, no. 1, p. 36–42, 2012. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2011.04.005>

BENNEL, Kim *et al.* Behavior Change Text Messages for Home Exercise Adherence in Knee Osteoarthritis : Randomized Trial. **Journal of Medical Internet Research**, [s. l.], vol. 22, no. 9, p. e21749, 2020. Available at: <https://doi.org/10.2196/21749>

BERTOLAZI, Alessandra Naimaier. Tradução, adaptação cultural e validação de dois instrumentos de avaliação do sono: escala de sonolência de Epworth e índice de qualidade de sono de Pittsburgh. 1–93 f. 2008. - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, [s. l.], 2008.

BOTEGA, Neury José *et al.* Validação da escala hospitalar de ansiedade e depressão (HAD) em pacientes epiléticos ambulatoriais. **Jornal Brasileiro de psiquiatria**, [s. l.], vol. 47, no. 6, p. 285–289, 1998.

BRENNAN, Cathy *et al.* The Hospital Anxiety and Depression Scale: A diagnostic meta-analysis of case-finding ability. **Journal of Psychosomatic Research**, [s. l.], vol. 69, no. 4, p. 371–378, 2010. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jpsychores.2010.04.006>

BURROWS, N. J. *et al.* Acute resistance exercise and pressure pain sensitivity in knee osteoarthritis: A randomised crossover trial. **Osteoarthritis and Cartilage**, [s. l.], vol. 22, no. 3, p. 407–414, 2014. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.joca.2013.12.023>

CHANG, Wei Ju *et al.* Addition of transcranial direct current stimulation to quadriceps strengthening exercise in knee osteoarthritis: A pilot randomised controlled trial. **PLoS ONE**, [s. l.], vol. 12, no. 6, p. 1–16, 2017. Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0180328>

CHEN, Mochuan; LI, Pihong; LIN, Feiou. Influence of structured telephone follow-up on patient compliance with rehabilitation after total knee arthroplasty. **Patient Preference and Adherence**, [s. l.], vol. 10, p. 257–264, 2016.

COURTNEY, Carol A.; FERNÁNDEZ-DE-LAS-PEÑAS, César; BOND, Samantha. Mechanisms of chronic pain—key considerations for appropriate physical therapy management. **Journal of Manual and Manipulative Therapy**, [s. l.], vol. 25, no. 3, p. 118–127, 2017. Available at: <https://doi.org/10.1080/10669817.2017.1300397>

DE ALMEIDA, Aline Castilho *et al.* A periodized training attenuates thigh intermuscular fat and improves muscle quality in patients with knee osteoarthritis: results from a randomized controlled trial. **Clinical Rheumatology**, [s. l.], vol. 39, no. 4, p. 1265–1275, 2020. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10067-019-04892-9>

DE ALMEIDA, Aline Castilho *et al.* Influence of a periodized circuit training protocol on intermuscular adipose tissue of patients with knee osteoarthritis: Protocol for a randomized controlled trial. **BMC Musculoskeletal Disorders**, [s. l.], vol. 19, no. 1, p. 1–14, 2018. Available at: <https://doi.org/10.1186/s12891-018-2325-y>

DE ALMEIDA, Aline Castilho *et al.* Reductions of cardiovascular and metabolic risk factors after a 14-week periodized training model in patients with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial. **Clinical Rheumatology**, [s. l.], vol. 40, no. 1, p. 303–314, 2021. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10067-020-05213-1>

DE MARTINO, Enrico *et al.* Sessions of Prolonged Continuous Theta Burst Stimulation or High-frequency 10 Hz Stimulation to Left Dorsolateral Prefrontal Cortex for 3 Days Decreased Pain Sensitivity by Modulation of the Efficacy of Conditioned Pain Modulation. **Journal of Pain**, [s. l.], vol. 20, no. 12, p. 1459–1469, 2019. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2019.05.010>

DEYLE, Gail D. *et al.* Physical Therapy versus Glucocorticoid Injection for Osteoarthritis of the Knee. **New England Journal of Medicine**, [s. l.], vol. 382, no. 15, p. 1420–1429, 2020. Available at: <https://doi.org/10.1056/nejmoa1905877>

DOBSON, F. *et al.* OARSI recommended performance-based tests to assess physical function in people diagnosed with hip or knee osteoarthritis. **Osteoarthritis and Cartilage**, [s. l.], vol. 21, no. 8, p. 1042–1052, 2013. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.joca.2013.05.002>

EGSGAARD, Line Lindhardt *et al.* Identifying specific profiles in patients with different degrees of painful knee osteoarthritis based on serological biochemical and mechanistic pain biomarkers: a diagnostic approach based on cluster analysis. **Pain**, [s. l.], vol. 156, p. 96–107, 2015. Available at: <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.pain.0000000000000011>

FINGLETON, Caitríona; SMART, Keith M.; DOODY, Catherine M. Exercise-induced Hypoalgesia in People with Knee Osteoarthritis with Normal and Abnormal Conditioned Pain Modulation. **Clinical Journal of Pain**, [s. l.], vol. 33, no. 5, p. 395–404, 2017. Available at: <https://doi.org/10.1097/AJP.0000000000000418>

FRANSEN, Marlene *et al.* Exercise for osteoarthritis of the knee: A Cochrane systematic review. **British Journal of Sports Medicine**, [s. l.], vol. 49, no. 24, p. 1554–1557, 2015. Available at: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095424>

GOUBERT, Liesbet *et al.* Confirmatory Factor Analysis of the Tampa Scale for Kinesiophobia: Invariant Two-Factor Model Across Low Back Pain Patients and Fibromyalgia Patients. **Clinical Journal of Pain**, [s. l.], vol. 20, no. 2, p. 103–110, 2004. Available at: <https://doi.org/10.1097/00002508-200403000-00007>

HALL, Amanda K; COLE-LEWIS, Heather; BERNHARDT, Jay M. Mobile Text Messaging for Health: A systematic Review of Reviews. **Annu Rev Public Health**, [s. l.], vol. 18, no. 36, p. 393–415, 2015. Available at: <https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-031914-122855.Mobile>

HALL, M. *et al.* Effect of exercise on pain processing and motor output in people with knee

osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. **Osteoarthritis and Cartilage**, [s. l.], vol. 28, no. 12, p. 1501–1513, 2020. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.joca.2020.07.009>

HANSEN, Simon; VAEGTER, Henrik B.; PETERSEN, Kristian K. Pretreatment Exercise-induced Hypoalgesia is Associated with Change in Pain and Function after Standardized Exercise Therapy in Painful Knee Osteoarthritis. **Clinical Journal of Pain**, [s. l.], vol. 36, no. 1, p. 16–24, 2020. Available at: <https://doi.org/10.1097/AJP.0000000000000771>

HARMS, Anton *et al.* A feasibility study of brain-targeted treatment for people with painful knee osteoarthritis in tertiary care. **Physiotherapy Theory and Practice**, [s. l.], vol. 36, no. 1, p. 142–156, 2020. Available at: <https://doi.org/10.1080/09593985.2018.1482391>

HATTORI, Takafumi *et al.* Pathology of knee osteoarthritis pain: Contribution of joint structural changes and pain sensitization to movement-evoked pain in knee osteoarthritis. **Pain Reports**, [s. l.], vol. 9, no. 1, p. E1124, 2024. Available at: <https://doi.org/10.1097/PR9.0000000000001124>

HENRIKSEN, Marius *et al.* Association of exercise therapy and reduction of pain sensitivity in patients with knee osteoarthritis: A randomized controlled trial. **Arthritis Care and Research**, [s. l.], vol. 66, no. 12, p. 1836–1843, 2014. Available at: <https://doi.org/10.1002/acr.22375>

HINAREJOS, Pedro *et al.* Pressure algometry is a suitable tool to assess anterior knee pain in osteoarthritic patients. **European Journal of Orthopaedic Surgery and Traumatology**, [s. l.], vol. 29, no. 5, p. 1089–1093, 2019. Available at: <https://doi.org/10.1007/s00590-019-02391-w>

HUCHO, Tim; LEVINE, Jon D. **Signaling Pathways in Sensitization: Toward a Nociceptor Cell Biology**. [S. l.: s. n.], 2007. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2007.07.008>

HUNTER, David H.; MCDUGALL, Jason J; KEEFE, Francis J. The Symptoms of Osteoarthritis and the Genesis of Pain. **Rheum Dis Clin Med N Am**, [s. l.], vol. 34, no. 3, p. 623–643, 2008. Available at: <https://doi.org/doi:10.1016/j.rdc.2008.05.004>

JOERGENSEN, Tanja Schjoedt *et al.* Experimental knee pain evoke spreading hyperalgesia and facilitated temporal summation of pain. **Pain Medicine (United States)**, [s. l.], vol. 14, no. 6, p. 874–883, 2013. Available at: <https://doi.org/10.1111/pme.12093>

JOSEPH, Kenth *et al.* Adherence to a web-based exercise programme: a feasibility study among

patients with hip or knee osteoarthritis. **J Rehabilitation Medicine**, [s. l.], no. 5, p. jrm7139, 2023. Available at: <https://doi.org/10.2340/jrm.v55.7139>

JOSEPH, Kenth Louis *et al.* The AktiWeb study : feasibility of a web - based exercise program delivered by a patient organisation to patients with hip and / or knee osteoarthritis. **Pilot and Feasibility Studies**, [s. l.], p. 1–12, 2022. Available at: <https://doi.org/10.1186/s40814-022-01110-3>

KLOKKER, Louise *et al.* Dynamic weight-bearing assessment of pain in knee osteoarthritis: a reliability and agreement study. **Quality of Life Research**, [s. l.], vol. 24, no. 12, p. 2985–2992, 2015. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11136-015-1025-4>

KLOKKER, Louise *et al.* Dynamic weight-bearing assessment of pain in knee osteoarthritis: construct validity, responsiveness, and interpretability in a research setting. **Health**, [s. l.], vol. 14, p. 91, 2016. Available at: <https://doi.org/DOI 10.1186/s12955-016-0495-6>

KOLASINSKI, Sharon L. *et al.* 2019 American College of Rheumatology/Arthritis Foundation Guideline for the Management of Osteoarthritis of the Hand, Hip, and Knee. **Arthritis Care and Research**, [s. l.], vol. 72, no. 2, p. 149–162, 2020. Available at: <https://doi.org/10.1002/acr.24131>

KOLTYN, Kelli F *et al.* Mechanisms of Exercise-Induced Hypoalgesia. [s. l.], vol. 15, no. 12, p. 1294–1304, 2014. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2014.09.006>

LAGE, Poliane T. S. *et al.* Measurement properties of Portuguese–Brazil Western Ontario and McMaster Universities osteoarthritis index (WOMAC) for the assessment of knee complaints in Brazilian adults: ELSA-Brasil Musculoskeletal cohort. **Rheumatology International**, [s. l.], vol. 40, no. 2, p. 233–242, 2020. Available at: <https://doi.org/doi: 10.1007/s00296-019-04496-1>

LOUW, Adriaan *et al.* The effect of neuroscience education on pain, disability, anxiety, and stress in chronic musculoskeletal pain. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, [s. l.], vol. 92, no. 12, p. 2041–2056, 2011. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2011.07.198>

MALFLIET, Anneleen *et al.* Effect of pain neuroscience combined with cognition-target motor control training on chronic spinal pain: a randomized clinical trial. **JAMA Neurol**, [s. l.], vol. 75, no. 7, p. 808–817, 2018. Available at: <https://doi.org/10.1001/jamaneurol.2018.0492>

MENTIPLAY, Benjamin F. *et al.* Assessment of lower limb muscle strength and power using hand-held and fixed dynamometry: A reliability and validity study. **PLoS ONE**, [s. l.], vol. 10, no. 10, p. 1–18, 2015. Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0140822>

MESSIER, Stephen P *et al.* Effect of Diet and Exercise on Knee Pain in Patients With Osteoarthritis and Overweight or Obesity. **JAMA**, [s. l.], vol. 13, no. 328(22), p. 2242–2251, 2024. Available at: <https://doi.org/10.1001/jama.2022.21893>

MODARRESI, Shirin *et al.* Feasibility of pain informed movement program for people with knee osteoarthritis. **Osteoarthritis and Cartilage Open**, [s. l.], vol. 5, no. 4, p. 100401, 2023. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ocarto.2023.100401>

MOREIRA, Vanessa Martins Pereira Silva *et al.* A comparison of the efficacy of nonweight-bearing and weight-bearing exercise programmes on function and pain pressure thresholds in knee osteoarthritis: a randomised study. **European Journal of Physiotherapy**, [s. l.], vol. 23, no. 3, p. 171–178, 2021. Available at: <https://doi.org/10.1080/21679169.2019.1663928>

MOSENG, Tuva *et al.* EULAR recommendations for the non- - pharmacological core management of hip and knee osteoarthritis : 2023 update. **Ann Rheum Dis**, [s. l.], vol. 83, p. 730–740, 2024. Available at: <https://doi.org/10.1136/ard-2023-225041>

MOSS-MORRIS, Rona *et al.* A randomized controlled graded exercise trial for chronic fatigue syndrome: Outcomes and mechanisms of change. **Journal of Health Psychology**, [s. l.], vol. 10, no. 2, p. 245–259, 2005. Available at: <https://doi.org/10.1177/1359105305049774>

NELLIGAN, Rachel *et al.* Effects of a Self-directed Web-Based Strengthening Exercise and Physical Activity Program Supported by Automated Text Messages for People With Knee Osteoarthritis A Randomized Clinical Trial. **JAMA Internal Medicine**, [s. l.], vol. 181, no. 6, p. 776–785, 2021. Available at: <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2021.0991>

NEOGI, Tuhina *et al.* Association of joint inflammation with pain sensitization in knee osteoarthritis the multicenter osteoarthritis study. **Arthritis Rheumatol.**, [s. l.], vol. 68, no. 3, p. 654–661, 2016. Available at: <https://doi.org/doi:10.1002/art.39488>

NIJS, J. *et al.* Dysfunctional endogenous analgesia during exercise in patients with chronic pain: to exercise or not to exercise? **Pain physician**, [s. l.], vol. 15, no. 3 Suppl, 2012.

OSTERAS, Havard; PAULSBERG, Fredrik. The Effect of Medical Exercise Therapy on Pressure Sensitivity in Patients with Knee Osteoarthritis: A Cohort Pilot Study. **Pain and**

Therapy, [s. l.], vol. 8, p. 79–87, 2019. Available at: <https://doi.org/doi.org/10.1007/s40122-019-0121-5>

PRATHEEP, Neeraja Srimurugan; MADELEINE, Pascal; ARENDT-NIELSEN, Lars. Relative and absolute test-retest reliabilities of pressure pain threshold in patients with knee osteoarthritis. **Scand J Pain**, [s. l.], vol. 18, no. 2, p. 229–236, 2018.

RAKEL, Barbara *et al.* Mechanical Hyperalgesia and Reduced Quality of Life Occur in People With Mild Knee Osteoarthritis Pain. **Clin J Pain**, [s. l.], vol. 31, no. 4, p. 315–322, 2015. Available at: <https://doi.org/DOI: 10.1097/AJP.000000000000116>

RAMPAZO, E P *et al.* Sensory, Motor, and Psychosocial Characteristics of Individuals With Chronic Neck Pain: A Case-Control Study. **Physical Therapy**, [s. l.], vol. 26, p. pzab104, 2021.

RIO, Jéssica Pinto Martins do *et al.* PainDETECT questionnaire into cross-cultural adaptation of the Brazilian Portuguese. **Brazilian Journal of Anesthesiology (English Edition)**, [s. l.], no. xx, p. S0104-0014, 2021. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.bjane.2021.06.013>

SCHULZ, Jenna M. *et al.* Are we missing the target? Are we aiming too low? What are the aerobic exercise prescriptions and their effects on markers of cardiovascular health and systemic inflammation in patients with knee osteoarthritis? A systematic review and meta-analysis. **British Journal of Sports Medicine**, [s. l.], vol. 54, no. 13, p. 771–775, 2020. Available at: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-100231>

SEHN, Francisléa *et al.* Cross-Cultural Adaptation and Validation of the Brazilian Portuguese Version of the Pain Catastrophizing Scale. **Pain Medicine**, [s. l.], vol. 13, p. 1425–1435, 2012. Available at: <https://doi.org/10.1590/1984-0462/;2018;36;4;00014>

SHAH, Nirali *et al.* Osteoarthritis and Cartilage Open Telehealth mindful exercise for people with knee osteoarthritis : A decentralized feasibility randomized controlled trial. **Osteoarthritis and Cartilage Open**, [s. l.], vol. 6, no. April, p. 100494, 2024.

SILVEIRA, Marise Fagundes *et al.* Psychometric properties of the quality of life assessment instrument: 12-item health survey (SF-12). **Ciência & Saúde Coletiva**, [s. l.], vol. 18, no. 7, p. 1923–1931, 2013. Available at: <https://doi.org/10.1590/S1413-81232013000700007>

SINATTI, Pierluigi *et al.* Effects of Patient Education on Pain and Function and Its Impact on Conservative Treatment in Elderly Patients with Pain Related to Hip and Knee Osteoarthritis: A Systematic Review. **International Journal of Environmental Research and Public**

Health, [s. l.], vol. 19, no. 10, p. 1–17, 2022. Available at: <https://doi.org/10.3390/ijerph19106194>

SIQUEIRA, Fabiano Botelho; TEIXEIRA-SALMELA, Luci Fuscaldi; MAGALHÃES, Livia de Castro. Análise das propriedades psicométricas da versão brasileira da escala tampa de cinesiofobia. **Acta Ortopédica Brasileira**, [s. l.], vol. 15, no. 1, p. 19–24, 2007. Available at: <https://doi.org/10.1590/s1413-78522007000100004>

SLUKA, Kathleen A; FREY-LAW, Laura;; HOEGER BEMENT, Marie. Exercise-induced pain and analgesia? Underlying mechanisms and clinical translation. **Pain**, [s. l.], vol. 159, no. suppl 1, p. s91–s97, 2018. Available at: <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000001235>

SORIANO-MALDONADO, Alberto *et al.* Intra-Articular Corticosteroids in Addition to Exercise for Reducing Pain sensitivity in Knee Osteoarthritis: Exploratory Outcome from a Randomized Controlled Trial. [s. l.], vol. 11, no. 2, p. e0149168, 2016. Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0149168>

SPIRA, Adam P. *et al.* Reliability and validity of the pittsburgh sleep quality index and the epworth sleepiness scale in older men. **Journals of Gerontology - Series A Biological Sciences and Medical Sciences**, [s. l.], vol. 67 A, no. 4, p. 433–439, 2012. Available at: <https://doi.org/10.1093/gerona/glr172>

STANTON, Tasha R *et al.* A pain science education and walking program to increase physical activity in people with symptomatic knee osteoarthritis : a feasibility study. **Pain**, [s. l.], vol. 5, p. e830, 2020.

STAUSHOLM, Martin Bjørn *et al.* Pain pressure threshold algometry in knee osteoarthritis: intra- and inter-rater reliability. **Physiotherapy Theory and Practice**, [s. l.], vol. 39, no. 3, p. 615–622, 2023. Available at: <https://doi.org/10.1080/09593985.2021.2023929>

SULLIVAN, Michael J. L.; BISHOP, Scott R.; PIVIK, Jayne. The Pain Catastrophizing Scale: Development and Validation. **Psychological Assessment**, [s. l.], vol. 7, no. 4, p. 524–532, 1995.

TUBACH, F. *et al.* Evaluation of clinically relevant changes in patient reported outcomes in knee and hip osteoarthritis: The minimal clinically important improvement. **Annals of the Rheumatic Diseases**, [s. l.], vol. 64, no. 1, p. 29–33, 2005. Available at: <https://doi.org/10.1136/ard.2004.022905>

VINA, Ernest R.; KWOH, C. Kent. **Epidemiology of osteoarthritis: Literature update**. [S.

l.]: Lippincott Williams and Wilkins, 2018. Available at:
<https://doi.org/10.1097/BOR.0000000000000479>

VINCENT, Kevin *et al.* Eccentric and Concentric Resistance Exercise Comparison fo Knee Osteoarthritis. **Med Sci Sports Exerc**, [*s. l.*], vol. 51, no. 10, p. 1977–1986, 2020. Available at:
<https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002010.Eccentric>

WATSON, J A *et al.* Pain Neuroscience Education for Adults with Chronic Musculoskeletal Pain: A Mixed-Methods Systematic Review and Meta-Analysis. **The Journal of Pain**, [*s. l.*], vol. 20, no. 10, p. 1140e1-1140e22, 2019.

WELLSANDT, Elizabeth; GOLIGHTLY, Yvonne. Exercise in the management of knee and hip osteoarthritis. **Current Opinion in Rheumatology**, [*s. l.*], vol. 30, no. 2, p. 151–159, 2018. Available at: <https://doi.org/10.1097/BOR.0000000000000478>

WHITE, P. D. *et al.* Comparison of adaptive pacing therapy, cognitive behaviour therapy, graded exercise therapy, and specialist medical care for chronic fatigue syndrome (PACE): A randomised trial. **The Lancet**, [*s. l.*], vol. 377, no. 9768, p. 823–836, 2011. Available at:
[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(11\)60096-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(11)60096-2)

WIDEMAN, Timothy H. *et al.* Increased sensitivity to physical activity among individuals with knee osteoarthritis: Relation to pain outcomes, psychological factors, and responses to quantitative sensory testing. **Pain**, [*s. l.*], vol. 155, no. 4, p. 703–711, 2014. Available at:
<https://doi.org/10.1016/j.pain.2013.12.028>

WYLDE, W. *et al.* Test-retest reliability of Quantitative Sensory Testing in knee osteoarthritis and healthy participants. **Osteoarthritis and Cartilage**, [*s. l.*], vol. 19, p. 655–658, 2011. Available at: <https://doi.org/doi:10.1016/j.joca.2011.02.009>

Após as análises de viabilidade e estudos transversais, os participantes continuaram a ser inseridos no estudo principal, avaliados e tratados conforme previsto. Finalmente, quando concluídas as intervenções e avaliações de toda a amostra necessária de participantes, os resultados do ensaio clínico foram analisados e estão apresentados no manuscrito 3 a seguir.

6. MANUSCRITO 3

Versão em português de artigo submetido ao periódico *Journal of Physiotherapy*

TREINAMENTO EM CIRCUITO PERSONALIZADO ENTREGUE REMOTAMENTE REDUZ SENSIBILIDADE À DOR EM PACIENTES COM OSTEOARTRITE DE JOELHO. UM ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO CONTROLADO

Paula J F Venturini; Marialice G da Silva; Natália A Casonato; Filipe E Sette; Leonardo Furlan; Stela M Mattiello

6.1 Resumo

Objetivos: o objetivo deste estudo é estabelecer se o treinamento em circuito personalizado entregue remotamente promove efeitos no processamento da dor, determinados por limiares de dor à pressão, somação temporal e modulação condicionada da dor em pacientes com OAJ?

Desenho: Estudo de grupos paralelos, randomizado controlado, em um único centro, com alocação oculta e avaliadores cegos.

Participantes: Oitenta e oito participantes com idade ≥ 40 anos, sintoma primário de dor no joelho ≥ 4 (escala numérica de dor 0-10) por pelo menos 3 meses e diagnóstico clínico de OAJ.

Intervenções: O grupo experimental recebeu treinamento em circuito personalizado, sessões educacionais e ligações semanais. O grupo controle recebeu o mesmo programa educacional e ligações semanais.

Medidas de desfechos: Os desfechos primários foram o limiar de dor à pressão local e remoto, somação temporal e modulação condicionada da dor, coletados na semana 14. Os desfechos secundários incluíram as mesmas medidas na semana 26, testes de performance física, questionários para avaliação de sintomas da OAJ, de condições emocionais, qualidade de vida e de sono, e avaliação de força muscular, tanto na semana 14 quanto na semana 26. Adicionalmente, foi explorada a associação entre a progressão dos participantes no programa de exercícios e a intensidade de dor ao longo das 14 semanas. As análises estatísticas foram realizadas usando a linguagem de programação R. As diferenças entre os grupos e os intervalos de confiança de 95% para os resultados pós-tratamento na semana 14 e na semana 26 foram calculados usando os modelos lineares mistos por meio da análise de interação grupos versus tempo.

Resultados: Às 14 semanas, os limiares de dor à pressão foram maiores no grupo experimental, com o limite inferior do IC de 95% da diferença entre os grupos excedendo a diferença mínima detectável para a linha articular medial. Embora as diferenças médias estimadas da ST e MCD tenham médias reduzidas a favor do grupo experimental, os IC foram largos e os resultados,

inconclusivos. Melhorias nos sintomas de OAJ, intensidade da dor, força muscular e função também foram observadas na semana 14 e mantidas na semana 26.

Conclusão: O treinamento em circuito personalizado entregue remotamente foi efetivo em reduzir a sensibilização à dor e os sintomas em adultos com OAJ. Não foi possível afirmar que houve alterações nos mecanismos de inibição endógena da dor e de hiperexcitabilidade de vias ascendentes de dor. Menor intensidade de dor se mostrou um fator determinante para progressão mais rápida no programa de exercícios.

Palavras-chave: osteoartrite, joelho, exercícios, educação, sensibilidade à dor.

6.2 Introdução

A dor é a principal manifestação clínica da osteoartrite do joelho (OAJ), tem alta prevalência e impacta significativamente na qualidade de vida das pessoas acometidas (TROUVIN; PERROT, 2018). Mecanismos neurais periféricos e centrais influenciam a dor relacionada à osteoartrite (OA), especialmente em casos de dor persistente (YU *et al.*, 2022). A sensibilização periférica engloba limiares de excitação mais baixos nos nociceptores articulares, alterações neuropáticas e alterações estruturais na inervação local (EITNER; HOFMANN; SCHAIBLE, 2017), com maior propensão à ativação em resposta a estímulos dolorosos, nocivos ou não nocivos (OHASHI *et al.*, 2023).

Em nível central, pode ocorrer amplificação de sinais nociceptivos ou redução dos mecanismos inibitórios da dor (SYX *et al.*, 2019). A somação temporal (ST) é um fenômeno neurofisiológico de hiperexcitabilidade das vias ascendentes da dor, no qual estímulos estáveis da dor (aplicados contínua ou repetidamente) resultam na amplificação da resposta dos neurônios no corno dorsal da medula espinhal, favorecendo a sensibilização central à dor (LEE, Syoung *et al.*, 2023). Os mecanismos de inibição endógena da dor referem-se à capacidade do organismo de modular a dor sem a necessidade de intervenção externa (WAN *et al.*, 2018). A modulação condicionada da dor (MCD) é um parâmetro psicofísico usado para refletir a eficácia da inibição endógena da dor (NUWAILATI *et al.*, 2022). A modulação da dor endógena disfuncional, o aumento da ST e o aumento da hiperalgesia local e remota são considerados contribuintes relevantes para a cronicidade da dor, sua difusão para áreas próximas ou remotas e aumento da intensidade da dor (HATTORI *et al.*, 2024; SCHAIBLE, 2012; SCHLIESSBACH *et al.*, 2019).

O exercício físico promove benefícios para o sistema musculoesquelético e melhora dos sintomas em pessoas com OAJ (MO *et al.*, 2023). Uma forma de associar os benefícios do

exercício aeróbico e dos exercícios de fortalecimento muscular é realizar o treinamento em circuito. Essa estratégia inclui a realização repetida de exercícios resistidos multiarticulares e exercícios calistênicos, com pequenos intervalos entre as séries, mantendo a frequência cardíaca elevada durante toda a sessão, promovendo melhora na força muscular, composição corporal, resistência e função cardiorrespiratória (AILY *et al.*, 2019). Se aplicada a pacientes com OAJ, essa técnica tem a capacidade de melhorar os sintomas clínicos da doença e melhorar o desempenho físico, que geralmente está comprometido nessa população (DE ALMEIDA *et al.*, 2020). O treinamento em circuito pode ser ministrado a adultos com OAJ em programas de telerreabilitação, com alto nível de aceitação e com efeitos não inferiores aos daqueles que recebem programas de exercícios presenciais para intensidade da dor, função física, força muscular e catastrofização da dor (AILY *et al.*, 2023).

Conforme as diretrizes de prática clínica das principais instituições internacionais dedicadas à pesquisa em OA, o tratamento da OAJ deve ser fundamentado na tomada de decisão compartilhada, considerando as necessidades, preferências e capacidades do indivíduo, assim como a dosagem apropriada, a progressão adaptada à sua funcionalidade física e a disponibilidade dos serviços de saúde (GIBBS *et al.*, 2023; MOSENG *et al.*, 2024). Nesse sentido, o estabelecimento de uma progressão individualizada, que considere a opinião e o contexto do paciente, configura uma estratégia terapêutica coerente com os princípios atualmente preconizados por diretrizes clínicas de alta qualidade.

Os efeitos agudos e crônicos do exercício físico sobre o processamento da dor têm sido amplamente investigados em indivíduos saudáveis e em população com dor crônica. Em sujeitos saudáveis, uma única sessão de exercício tem potencial para reduzir a sensibilidade a estímulos dolorosos – fenômeno denominado hipoalgesia induzida pelo exercício (KOLTYN *et al.*, 2014). Entretanto, em pessoas com OAJ, esse mecanismo não está completamente preservado (BURROWS *et al.*, 2014), o que pode levar à exacerbação da dor durante a prática de atividades físicas, dificultando a aderência e a progressão em programas de exercícios e, conseqüentemente, constituir uma barreira para o engajamento ao tratamento (RICE *et al.*, 2019).

No que se refere aos efeitos de programas de exercícios sobre a modulação do processamento da dor em pessoas com OAJ, a literatura ainda é escassa e apresenta resultados conflitantes. Enquanto alguns ensaios clínicos relataram redução da hiperalgesia e/ou da ST após intervenções com exercícios (HENRIKSEN *et al.*, 2014; MOREIRA *et al.*, 2021; SORIANO-MALDONADO *et al.*, 2016), outros não identificaram efeitos relevantes (CHANG *et al.*, 2017; DE PAULA GOMES *et al.*, 2018; HANSEN; VAEGTER; PETERSEN, 2020;

OSTERAS; PAULSBERG, 2019). É importante destacar que a maioria desses estudos utilizou comparações intragrupo, sem controle adequado, o que compromete a validade e a interpretação dos resultados. Além disso, muitos desses ensaios envolveram amostras pequenas, o que limita a generalização dos resultados e reforça a necessidade de cautela na interpretação das evidências.

Embora esteja bem estabelecido que a prática regular de exercício físico tem efeitos na modulação da dor clínica em indivíduos com OAJ, os mecanismos fisiológicos responsáveis por essa melhora ainda não estão completamente elucidados. Essa lacuna de conhecimento evidencia a necessidade de estudos de alta qualidade metodológica que explorem se alterações no processamento da dor poderiam mediar os benefícios clínicos observados após intervenções com exercícios físicos (HANSEN; VAEGTER; PETERSEN, 2020; OSTERAS; PAULSBERG, 2019).

Portanto, a questão de pesquisa para este ensaio clínico randomizado foi:

O treinamento em circuito personalizado promove efeitos no processamento da dor, determinados por limiares de dor à pressão (LDP), ST e MCD em pacientes com OAJ, em comparação a um grupo de controle educacional?

6.3 Métodos

6.3.1 Desenho

Este é um estudo com registro prospectivo (RBR-53trrwk), de grupos paralelos, randomizado controlado, em um único centro, com alocação oculta, avaliadores cegos e análise por intenção de tratar. Os voluntários da comunidade de São Carlos foram recrutados de junho de 2022 a setembro de 2024 por meio de anúncios nas redes sociais e programas de rádio e televisão locais. O grupo experimental recebeu 14 semanas de treinamento em circuito associado a programa de educação do paciente e o grupo controle recebeu 7 sessões educacionais ministradas ao longo de 14 semanas de programa de educação ao paciente. As avaliações dos desfechos primários e secundários foram realizadas no início do estudo, no final das intervenções (em 14 semanas) e ao final do acompanhamento (em 26 semanas). Após a avaliação inicial e antes de iniciar as intervenções, os participantes foram alocados aleatoriamente (1:1) por meio de randomização computadorizada para o grupo experimental ou para o grupo controle por um pesquisador assistente não envolvido neste estudo, que ocultou a alocação com envelopes opacos lacrados numerados. Avaliadores foram cegos para a alocação dos participantes nos grupos. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da UFSCar (CAAE

52917921.4.0000.5504). Antes de participar do estudo, os participantes foram informados sobre todos os procedimentos e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido

6.3.2 Participantes, terapeutas e centro

O estudo foi inteiramente conduzido no Departamento de Fisioterapia da UFScar. Os voluntários que preencheram os critérios diagnósticos para OAJ foram incluídos, com base nas declarações do *American College of Rheumatology*. Os pacientes incluídos também tiveram que apresentar sintomas primários de dor no joelho ≥ 4 em uma escala numérica da dor (END 0-10) por pelo menos 3 meses e ter \geq de 40 anos. Pacientes que praticavam atividade física regular (≥ 150 minutos de exercício físico por semana), recebiam fisioterapia mais de uma vez por semana, tinham recebido corticosteroides intra-articulares nos 30 dias prévios às avaliações, tinham realizado cirurgia de membros inferiores, tinham doenças reumáticas, fibromialgia, cardiopatias não controladas ou neuropatias periféricas, apresentavam incapacidade de entender e seguir as instruções determinadas por teste cognitivo (Montreal Cognitive Test) (CARSON; LEACH; MURPHY, 2018), incapacidade de andar sem auxílio, ou que realizavam programas de exercício para dor no joelho foram excluídos.

Todas as avaliações foram realizadas por dois fisioterapeutas e uma gerontologista, com 2 a 5 anos de experiência. O programa de exercício foi aplicado pela autora principal do estudo, fisioterapeuta, com 20 anos de experiência. A mesma fisioterapeuta também coordenou o programa educacional, que contou com a participação de outros profissionais de saúde: fisioterapeutas, terapeuta ocupacional, gerontologista e nutricionista.

6.3.3 Intervenção

6.3.3.1 Treinamento em circuito personalizado

O protocolo utilizado neste estudo foi adaptado de Aily et al. (2023) (AILY *et al.*, 2023), adicionado de estratégias indicadas para pessoas com sensibilização à dor, com o intuito de possibilitar a prática de exercícios também para pessoas com alta intensidade de dor. Com o objetivo de reverter o descondicionamento físico e a ocorrência de sintomas, o programa de exercícios inicialmente incluiu uma base individualizada de possíveis exercícios (WHITE *et al.*, 2011).

Os participantes realizaram todos os exercícios individualmente, sem supervisão, em casa. As orientações sobre como realizar as sessões foram feitas por meio de vídeos disponibilizados na plataforma *YouTube* e os links para acesso aos vídeos foram entregues pelo

WhatsApp (Anexo 1). Os participantes foram instruídos a realizar o protocolo três vezes por semana durante 14 semanas.

Os exercícios eram ativos livres e resistidos, realizados com o uso de halteres, pesos de tornozelo e faixas elásticas, além de exercícios com uso do peso corporal, como agachamentos, elevações pélvicas e abdominais (DE ALMEIDA *et al.*, 2018). Os participantes foram instruídos a realizar os exercícios em alta velocidade para desencadear o efeito cardiovascular. Todos os exercícios foram estratificados e classificados como leves, moderados ou intensos com base na variabilidade da frequência cardíaca alcançada pelos participantes durante a execução de cada exercício em estudos anteriores (DE ALMEIDA *et al.*, 2018). Em caso de crises de dor, os participantes foram orientados a reduzir a velocidade de execução dos exercícios, mas manter a duração da sessão. Quando necessário, foram feitas adaptações nos exercícios para garantir a execução.

Antes de iniciar o programa de exercícios, todos os participantes compareceram a uma sessão presencial no LAFAr para orientação sobre as sessões e, no caso do grupo experimental, para receber os materiais necessários para a realização dos exercícios. Os participantes foram orientados a entrar em contato com a fisioterapeuta responsável pelas intervenções em caso de eventos adversos.

Dezessete vídeos instrutivos foram preparados, com demonstrações dos exercícios e duração e intensidade progressivas. Os participantes realizaram os exercícios enquanto assistiam aos vídeos. Os vídeos 1 a 7 compreenderam exercícios de baixa intensidade, com duração da sessão aumentando progressivamente de 15 minutos (Vídeo 1) para 45 minutos (Vídeo 7). Os vídeos 8 a 11 incluíram sessões de 45 minutos combinando progressivamente exercícios de baixa e moderada intensidade. O vídeo 12 consistiu em uma sessão de 45 minutos de exercícios de intensidade moderada, enquanto os vídeos 13 a 17 apresentaram sessões de 45 minutos de exercícios de intensidade moderada a alta.

A linha de base foi estabelecida de acordo com o nível de atividade física semanal declarado pelo participante na avaliação inicial. O participante que realizava até 49 minutos de atividade física/semana, iniciou o protocolo com o Vídeo 1; quem realizava entre 50 e 99 minutos semanais, iniciou com o Vídeo 2; e que realizava entre 100 e 149 minutos semanais, iniciou com o Vídeo 3. A partir da segunda semana, a duração do exercício foi sistematicamente aumentada em até 45 minutos por sessão e, finalmente, foi realizado um aumento gradual na intensidade do exercício (MOSS-MORRIS *et al.*, 2005). A progressão do programa de

exercícios foi individualizada (FINGLETON *et al.*, 2015) e negociada com os participantes, de forma adequada para evitar períodos de exacerbação da dor (COURTNEY; FERNÁNDEZ-DE-LAS-PEÑAS; BOND, 2017). A negociação incluiu ouvir a opinião de cada participante, a cada semana, sobre progredir o tempo e a dificuldade do protocolo de exercícios, reforçar a importância do cumprimento das sessões de exercício e sua progressão sistemática, e, após o participante refletir sobre a possibilidade de progressão, a decisão final era determinada semanalmente pelo próprio participante. O programa incluiu exercícios para segmentos corporais não dolorosos, monitoramento de crises de dor e progressão suspensa em casos de crises de dor maior (NIJS *et al.*, 2012). Para avaliar e indicar a progressão dos exercícios, esclarecer dúvidas e aumentar a motivação, todos os participantes foram contatados uma vez por semana por telefone. A importância de realizar os exercícios de forma regular e consistente, bem como a importância de realizá-los mesmo com o agravamento dos sintomas, foi enfatizada durante as ligações. Os participantes também foram questionados sobre a intensidade da dor (END 0-10), desconforto e outras reações adversas aos exercícios.

6.3.3.2 Educação do paciente

Os participantes dos grupos experimental e controle receberam sessões educacionais online, que foram realizadas de forma síncrona, em grupos separados, e foram entregues a cada duas semanas. Antes das sessões, os participantes receberam material escrito com o conteúdo das palestras. Informações relacionadas à fisiopatologia da OAJ, recomendações de tratamento de acordo com o *American College of Rheumatology* (KOLASINSKI *et al.*, 2020), e ciência da dor (por exemplo, natureza multifatorial da dor, sensibilização à dor e plasticidade cerebral) foram fornecidas nas sessões. O programa teve como objetivo fornecer aos pacientes uma melhor compreensão da OAJ, ciência da dor e dor crônica, e envolver os pacientes na intervenção do exercício. Todas as intervenções foram realizadas seguindo o checklist de Tidier e os princípios do CERT (Anexo 2).

6.3.4 Medidas de resultados

As medidas dos desfechos foram coletadas em linha de base e nas semanas 14 e 26. Coleta de dados, alguns questionários, testes sensoriais quantitativos e testes de performance física foram realizados presencialmente, ao longo de duas visitas, com intervalo máximo de uma semana entre elas. Os participantes levaram os demais questionários impressos para preencherem em casa entre a primeira e a segunda visita de cada avaliação. A confiabilidade intra-avaliador dos QST foi testada antes do estudo, com dez indivíduos saudáveis e intervalo

de 1 hora entre as avaliações. O coeficiente de correlação intraclassa foi considerado de bom a excelente para LDPs, ST e MCD (Anexo 3).

6.3.4.1 Desfechos primários

Os desfechos primários foram LDPs locais e remoto, ST e MCD, coletados na semana 14. Os mesmos desfechos também foram coletados na semana 26 como desfechos secundários.

LDPs foram mensurados com algômetro de pressão OE220 (ITO Physiotherapy and Rehabilitation, Ito, Japan), com pressão crescente a cerca de 30kg/cm²/s. Os participantes indicaram o instante em que a sensação de pressão se tornou dolorosa, momento no qual o teste foi interrompido e a pressão máxima registrada. Os locais de aferição dos LDPs foram baseados em estudos anteriores (ARENDR-NIELSEN *et al.*, 2010; HATTORI *et al.*, 2024; PRATHEEP; MADELEINE; ARENDR-NIELSEN, 2018): linha articular medial do joelho mais acometido, quarto distal do músculo reto femoral ipsilateral, quarto proximal do músculo extensor longo do carpo contralateral, centro da patela (bilateralmente) e quarto proximal do músculo tibial anterior (bilateralmente). Os locais centro da patela e linha medial do joelho estão relacionados à hiperalgesia primária. Em contraste, os locais tibial anterior e quadríceps estão relacionados à hiperalgesia secundária nos músculos circundantes, ambos recomendados para pessoas com OAJ (ARENDR-NIELSEN *et al.*, 2010; PRATHEEP; MADELEINE; ARENDR-NIELSEN, 2018). O antebraço foi utilizado para a detecção de hiperalgesia remota (HATTORI *et al.*, 2024). A ordem dos locais de aferição do LDP foi aleatorizada. O teste foi realizado 3 vezes para cada ponto, com intervalo de 30 segundos entre as medidas, e a média das aferições foi utilizada para análise estatística.

A MCD foi avaliada com algômetro de pressão, para a provocação de estímulos de teste, e recipiente com água a 4°C, para a provocação de estímulo tônico condicionante. Para estabelecer a intensidade dos estímulos de teste, foi aplicada pressão crescente (30kg/cm²/s) com algômetro na linha articular medial do joelho mais sintomático e em face ventral de antebraço ipsilateral, com aplicação de pressão crescente até que o participante indicasse intensidade de dor 5 em END de 0 a 10. As pressões atingidas foram utilizadas como estímulos de teste. Em seguida foi realizada a graduação da dor evocada pelos estímulos de teste, com aumento rápido da pressão atingir a pressão alvo, que foi aplicada por 5 segundos. A intensidade da dor em cada ponto foi graduada em END de 0 a 10, imediatamente após a aplicação do estímulo. Na sequência, foi realizado o teste pressórico a frio como estímulo condicionante, por meio da imersão da mão contralateral ao joelho comprometido em água a 4°C por 60 segundos.

Após a retirada da mão, os testes com estímulos de dor à pressão foram realizados novamente. Os valores médios de aumento ou redução da intensidade de dor aos estímulos de teste foram utilizados para análise estatística. O procedimento baseia-se no protocolo aplicado por De Martino et al. (2020) (DE MARTINO *et al.*, 2019).

A ST foi avaliada com o algômetro de pressão no músculo quadríceps do lado mais sintomático (JOERGENSEN *et al.*, 2013). Inicialmente foi determinado o LDP e em seguida aplicadas 10 pressões seguidas, com intervalos de 1 segundo entre elas. Os voluntários classificaram a intensidade da dor provocada pela pressão no primeiro, no quinto e no décimo estímulos, e a diferença entre a intensidade de dor no primeiro e décimo estímulos foi utilizada para análise dos dados. A metodologia do teste de ST se baseou no estudo de Rampazo et al. (2021) (RAMPAZO *et al.*, 2021).

6.3.4.2 Desfechos secundários

O teste de Alodinia Mecânica Dinâmica foi realizado por 4 movimentos com um cotonete em centro de patela do lado mais sintomático e em face ventral do antebraço contralateral, sendo um total de 2 movimentos em forma de cruz de cerca de 4 cm em cada direção. Os participantes graduaram a intensidade da dor durante o teste em END de 0 a 10 (LARSEN *et al.*, 2020). A intensidade de dor por estímulo em pontada foi testada com monofilamento padrão de 300g (Semmes-Weinstein, Bauru, Brasil), nos mesmos pontos. Os participantes graduaram a intensidade da dor causada por essa força em END de 0 a 10 (RAKEL *et al.*, 2015).

Os sintomas de OAJ nas 72 horas progressas foram avaliados pela aplicação do questionário WOMAC (LAGE *et al.*, 2020), que apresenta boa consistência interna, confiabilidade e validade de constructo na versão português-Brasil. É composto por 24 questões tipo *Likert*, divididas em três diferentes domínios: dor, rigidez e função física (LAGE *et al.*, 2020). Maiores pontuações indicam a presença de sintomas e comprometimentos mais graves. Mínima diferença clinicamente importante foi estabelecida como redução entre 2,6 pontos e 15,1 pontos, de forma que foi considerado o valor médio de 8,85 para este estudo (TUBACH *et al.*, 2005).

O número de áreas dolorosas e a presença de dor generalizada podem ser indicativos de sensibilização central da dor (FELSON *et al.*, 2017). Para avaliar o número e a distribuição de áreas dolorosas do participante na maioria dos sete dias progressos à avaliação, os participantes fizeram registro em um mapa corporal impresso. A avaliação da dor relacionada à atividade física foi realizada por meio do instrumento *Dynamic weight-bearing Assessment of Pain* (DAP), que apresentou boa validade de constructo, confiabilidade e responsividade

(KLOKKER *et al.*, 2015, 2016). Os participantes executaram uma sequência de agachamentos até 90° de flexão de joelhos a partir da posição em pé, durante um período de 30 segundos e imediatamente graduaram a intensidade de dor em END de 0 a 10. Mudança mínima importante é de 2,4 pontos (KLOKKER *et al.*, 2016).

A percepção geral de melhora foi avaliada pela ferramenta *Global Rating of Change* com 15 pontos, com opções de ampla melhora a ampla piora dos sintomas, sendo que mudança positiva de 3 ou mais pontos foi considerada clinicamente significativa (DEYLE *et al.*, 2020). Para a avaliação de sintomas semelhantes à dor neuropática foi aplicada a ferramenta *PainDetect*, que foi traduzida para o idioma português do Brasil e adaptada transculturalmente, apresentando boa consistência interna (RIO *et al.*, 2021). Pontuação ≤ 12 indica ausência de neuropatia, pontuação ≥ 19 indica a presença de neuropatia e pontuação entre 13 e 18 é classificado como possível neuropatia (RIO *et al.*, 2021).

A cinesiofobia foi avaliada pelo questionário *Tampa Scale for Kinesiophobia* (TSK), que apresenta 17 itens, em escala *Likert* de quatro pontos. Para obtenção da pontuação total final é necessário inverter os escores das questões 4, 8, 12 e 16 (SIQUEIRA; TEIXEIRA-SALMELA; MAGALHÃES, 2007). A pontuação final varia de 17 a 68 pontos, sendo que escores maiores que 37 indicam a presença de cinesiofobia e diferenças mínimas clinicamente relevantes devem ser maiores que 6 (MONTICONE *et al.*, 2017). A presença de pensamentos e sentimentos relacionados à dor foi avaliada pelo questionário *Pain Catastrophizing Scale* (PCS), traduzido e adaptado culturalmente para o português-Brasil com boa consistência interna, validade e confiabilidade (SEHN *et al.*, 2012). Os 13 itens são pontuados de 0 a 4, com pontuação total de 0 a 52, sendo que as pontuações mais altas indicam pensamentos catastróficos e mudança mínima detectável é de 7,16 para pessoas com dor crônica (ONG *et al.*, 2021).

O questionário autoaplicável *Hospital Anxiety and Depression Scale* (HADS) apresenta alta sensibilidade e foi aplicado para discriminar a presença ou ausência de ansiedade e/ou depressão. As duas subescalas, compostas por sete questões cada, indicam presença da morbidade de se pontuação for maior do que 8 (BRENNAN *et al.*, 2010). Para a avaliação da qualidade do sono, foi utilizado o questionário autoaplicável *Pittsburgh Sleep Quality Index* (PSQI), traduzido, adaptado culturalmente e validado no português-Brasil (BERTOLAZI, 2008). Escores maiores que 5 indicam relevância clínica e mudança mínima detectável é de 3,10 pontos (PASSOS *et al.*, 2017). A qualidade de vida foi avaliada com o questionário *12-item Health Survey* (SF-12), traduzido para o português-Brasil com boa validade de constructo, sensibilidade e confiabilidade (SILVEIRA *et al.*, 2013). É composto por 12 questões, com

diferença mínima clinicamente significativa de 1,8 ponto para o componente físico e 1,5 ponto para o componente mental (CLEMENT *et al.*, 2019).

O conjunto padronizado de testes de Sentar-se e Levantar-se, Caminhada Rápida e Subida e Descida de Degraus foi aplicado para avaliação da performance física. Mudança mínima detectável foi estabelecida como 1,37 segundos para o Teste de Subida e Descida de Degraus (SHARMA *et al.*, 2022), 0,19m/s para o Teste de Caminhada Rápida e 2 repetições para o Teste de Sentar-se e Levantar-se (BENNELL *et al.*, 2017). A força muscular foi aferida com o teste de pico de força da contração isométrica voluntária máxima dos músculos extensores de joelho bilateralmente com dinamômetro manual (Lafayette Instruments, Lafayette, IN, USA), que apresenta confiabilidade e validade concorrente boa a excelente (MENTIPLAY *et al.*, 2015). Entre as três contrações realizadas para cada membro foram realizadas pausas de 60 segundos, e a média da força foi utilizada para análise em kgf (MENTIPLAY *et al.*, 2015).

6.3.5 Análise dos dados

O tamanho da amostra foi estimado para uma análise de covariância comparando os dois grupos no valor pós-intervenção do LDP na linha articular medial do joelho, ajustando para o valor basal dessa variável. Esta medida foi selecionada pois, diferentemente das demais, apresenta o valor de mudança mínima detectável determinado na literatura (MUTLU; OZDINCLER, 2015). As médias esperadas do grupo foram 3,5 e 4,2, com desvio padrão comum de 1,2. A correlação entre as medidas basais e pós-intervenção foi assumida como sendo de 0,5. Para detectar essa diferença com um alfa bilateral de 0,05 e poder de 80%, o tamanho total da amostra necessário foi de 74 (37 por grupo). Contabilizando uma taxa de atrito esperada de 18%, o tamanho da amostra ajustada aumentou para 88 participantes (44 por grupo).

As análises estatísticas foram realizadas usando a linguagem de programação R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2024). Utilizou-se uma abordagem frequentista e adotou-se um nível de significância de 5% para o teste de hipóteses. Os dados foram analisados de acordo com o princípio da intenção de tratar. Os dados numéricos foram descritos usando medidas padrão de tendência central e dispersão, enquanto os dados categóricos foram descritos usando números absolutos e porcentagens. Modelos lineares de efeitos mistos foram usados para estimar o efeito da intervenção em todos os desfechos primários e secundários. Um modelo separado foi ajustado para cada desfecho, e todos os modelos tiveram a seguinte estrutura: Desfecho 14,26 ~ Grupo + Tempo + Grupo×Tempo + Desfecho 0 + Idade + Sexo + (1|Id). Os valores basais dos desfechos, idade e sexo foram incluídos como covariáveis prognósticas e

modelados como efeitos fixos, juntamente com o grupo e o tempo. Os indivíduos (Id) foram modelados como efeitos aleatórios por meio de interceptos, para levar em conta a correlação dentro do sujeito devido às medições repetidas ao longo do tempo e para acomodar dados ausentes, que foram assumidos como ausentes aleatoriamente. Para todos os desfechos, foram comparadas duas estruturas de modelo: uma em que o valor basal do desfecho foi modelado linearmente e outra em que essa variável foi transformada usando *splines* naturais com dois graus de liberdade, permitindo uma relação não linear com a variável resposta/dependente. A estrutura do modelo empregada foi selecionada usando um teste de razão de verossimilhança. O efeito da intervenção em cada desfecho foi estimado calculando contrastes de grupo baseados em modelos para cada ponto de tempo. A reamostragem de *bootstrap* com 1000 iterações foi usada para derivar as estimativas pontuais das diferenças de grupo e os respectivos intervalos de confiança (ICs) de 95% (BLAND; ALTMAN, 2015). Esses ICs foram utilizados para interpretar as diferenças entre os grupos (ELKINS, M. R. *et al.*, 2022; ELKINS, M., 2024).

Como uma análise exploratória, foi levantada a hipótese de que a progressão semanal dos pacientes nos exercícios estaria associada ao seu nível de dor nas respectivas semanas. Como o exercício (numerado de 1 a 17) é uma variável ordinal e os indivíduos foram acompanhados semanalmente por 14 semanas consecutivas, para testar essa hipótese, foi utilizado um modelo ordinal cumulativo misto do pacote ordinal R. A seguinte estrutura do modelo foi ajustada: Exercício 1:14 ~ Dor + Semana + (1|Id). Dor e semana foram tratados como efeitos fixos, enquanto os indivíduos (Id) como efeitos aleatórios usando interceptos aleatórios. A dor foi modelada linearmente enquanto a semana foi transformada usando *splines* cúbicos restritos com quatro nós padrão, para explicar uma potencial relação não linear com a progressão do exercício. O efeito da dor foi avaliado estimando-se a razão de chances comum associada a esse preditor e o respectivo IC 95%.

6.4 Resultados

6.4.1 Fluxo de participantes no estudo

Oitenta e oito participantes foram incluídos no estudo, com 44 participantes alocados em cada grupo. Dos 88 participantes randomizados, 78 participantes compareceram às avaliações da semana 14 e 70 compareceram às avaliações da semana 26. Os motivos para o não comparecimento às avaliações agendadas também são apresentados na Figura 1.

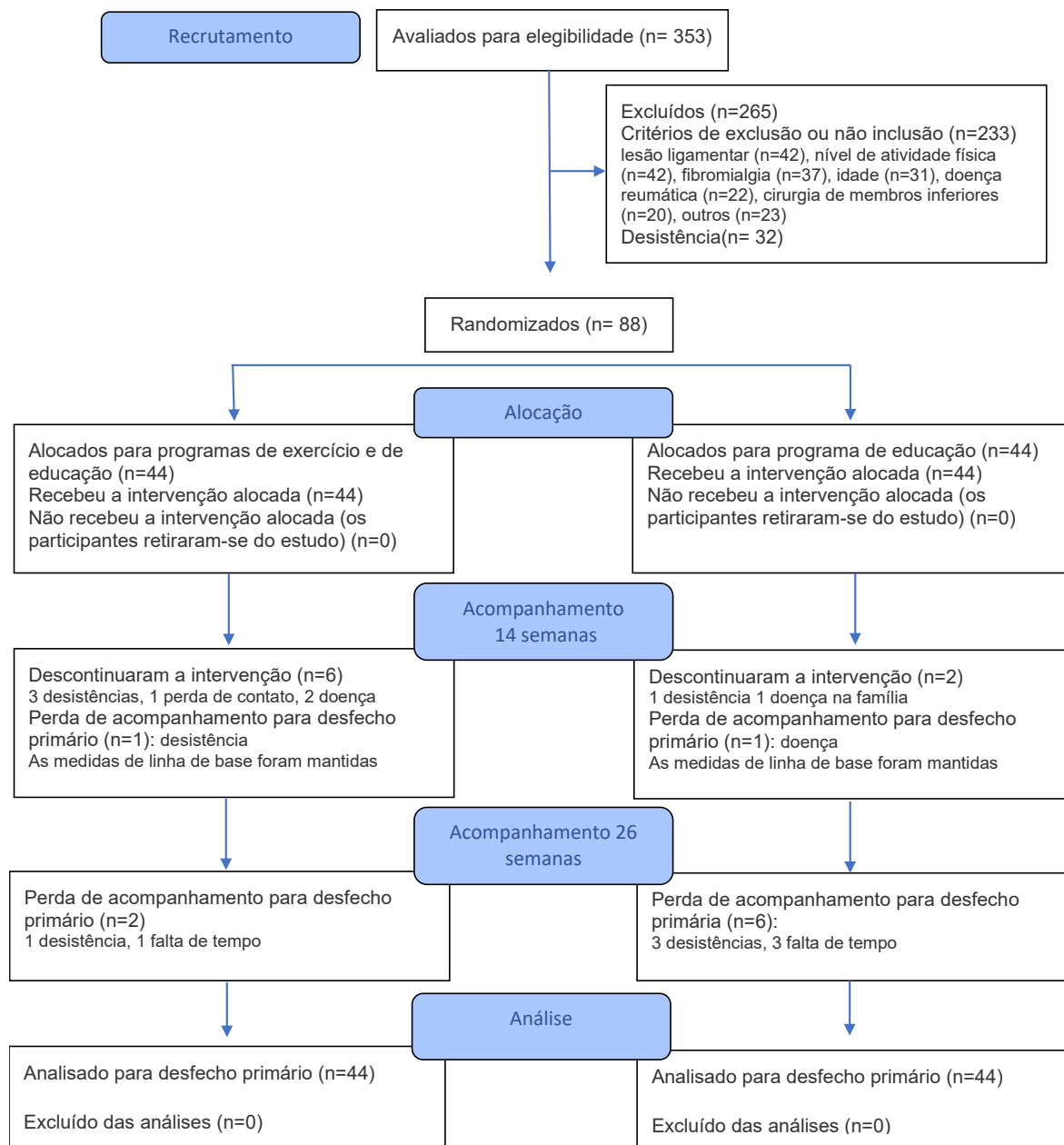


Figura 1: Fluxo de participantes.

6.4.2 Conformidade com o protocolo do estudo

A adesão ao tratamento foi definida pelo número de participantes que completaram os programas de intervenção. A adesão no grupo experimental foi de 86% (38 de 44 participantes) e de 95% no grupo controle (42 de 44 participantes). As razões para interromper a intervenção no grupo experimental foram a falta de tempo (3 participantes), perda de contato (1 participante), e problemas de saúde (1 participante com intercorrência cardíaca e 1 participante

com intercorrência renal). No grupo controle, as razões foram desistência (1 participante) e doença na família (1 participante).

6.4.3 Características dos participantes do estudo

A Tabela 1 descreve as características dos participantes.

Tabela 1: Características dos participantes.

Variável	Grupo		Total (n=88)
	Controle (n=44)	Experimental (n=44)	
Feminino	30 (68%)	23 (52%)	53 (60%)
Idade (anos) (DP)	59 (9)	58 (10)	59 (10)
Sintomas bilaterais	27 (61%)	27 (61%)	54 (61%)
Sintomas unilaterais	17 (39%)	17 (39%)	34 (39%)
IMC (DP)	31 (5)	31 (6)	31 (5)
Tempo de OAJ (anos) (DP)	5,6 (4,0)	3,7 (6,4)	5,7 (5,3)

DP – desvio padrão; OAJ – osteoartrite de joelho.

6.4.4 Efeitos da intervenção

6.4.4.1 Desfechos primários

Os escores médios por grupo ao longo do tempo são apresentados na Tabela 2 e as diferenças médias estimadas entre os grupos para os desfechos primários e secundários, bem como seus ICs, são apresentadas na Tabela 3. Às 14 semanas, a média do LDP na linha medial do joelho foi 1,26 Kg/cm² maior no grupo experimental, e o limite inferior do IC 95% (0,80) estava acima da mudança mínima detectável (0,57) (MUTLU; OZDINCLER, 2015), indicando um efeito positivo do programa de exercícios para esse desfecho (Figura 2). As diferenças entre os grupos para os outros pontos do LDP também foram positivas, indicando que o programa de exercícios levou a um aumento no LDP para todos os pontos medidos a favor do grupo experimental. Para ST e as duas medidas de MCD, as diferenças médias entre os grupos foram negativas, indicando uma melhora nesses resultados para o grupo experimental em comparação com o grupo controle. No entanto, como os ICs interceptam a linha de nulidade, os resultados não podem ser considerados conclusivos.

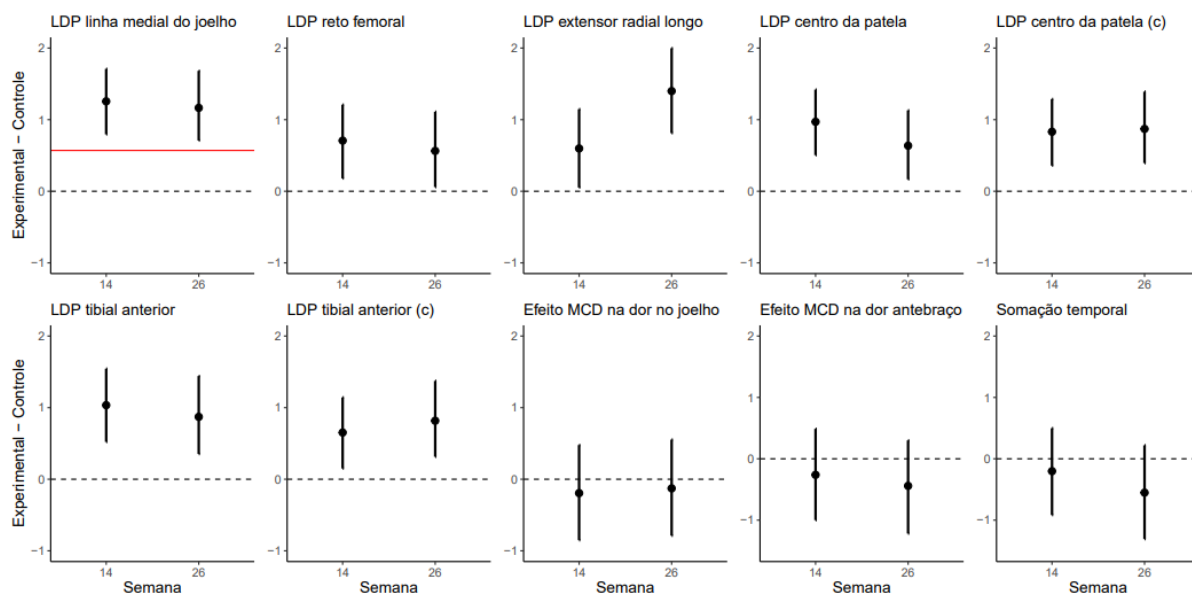


Figura 2: Efeitos do programa de treinamento em circuito personalizado no LDP medial de joelho (em relação à mudança mínima detectável) e demais desfechos primários.

6.4.4.2 Desfechos secundários

As variáveis LDP, ST e MCD em 26 semanas foram consideradas desfechos secundários. O aumento do LDP no grupo experimental em comparação com o grupo controle observado em 14 semanas foi mantido na semana 26. A diferença entre os grupos para o PPT medial do joelho foi 1,16 Kg/cm² maior no grupo experimental, e o limite inferior do IC 95% (0,71) estava acima da alteração mínima detectável, indicando a efetividade do programa de exercícios para reduzir a sensibilidade à dor à pressão local na semana 26. As diferenças entre os grupos para os outros pontos do LDP também foram positivas, indicando que o programa de exercícios levou a um aumento no LDP para todos os pontos medidos na semana 26. Para ST e as duas medidas de MCD, as diferenças médias entre os grupos foram negativas para o grupo experimental, indicando maior eficiência no mecanismo de inibição endógena da dor e atenuação da hiperexcitabilidade do sistema nociceptivo no grupo experimental em comparação com o grupo controle. No entanto, as diferenças entre os grupos para ST e CPM foram pequenas e os respectivos IC 95% cruzaram a linha de nulidade, indicando que os resultados para esses podem ser considerados inconclusivos.

Ao final da intervenção de 14 semanas, o grupo experimental apresentou sintomas e incapacidade reduzidos em comparação ao grupo controle, conforme avaliado pelas diferenças entre os grupos do questionário WOMAC (-14,43, IC 95% [-19,82 a -8,96]), indicando um benefício clinicamente relevante. Às 26 semanas, a diferença entre os grupos também indicou

um benefício clínico para o grupo experimental, com os intervalos de confiança acima dos limiares de relevância clínica (-15,49, IC95% [-21,54 a -9,87]).

Com 14 e 26 semanas, o grupo experimental mostrou um aumento significativo na força dos músculos extensores sintomáticos do joelho em comparação com o grupo controle. As diferenças entre os grupos foram de 4,80 Kgf (IC 95% [2,71 a 6,76]) e 3,10 Kgf (IC 95% [1,12 a 5,46]), respectivamente. Da mesma forma, a força dos músculos extensores contralaterais do joelho foi maior no grupo experimental, em 14 semanas (4,42 Kgf, IC 95% [1,78 a 7,06]) e em 26 semanas (1,88 Kgf, IC 95% [-1,01 a 4,92]). Com exceção dos extensores de joelho contralateral em 26 semanas, todos os demais intervalos de confiança estavam totalmente acima da diferença minimamente importante, indicando relevância clínica para a maioria dos testes de força.

Ao final da intervenção de 14 semanas, o grupo experimental apresentou redução da intensidade da dor em comparação com o grupo controle. As diferenças entre os grupos para a intensidade da dor no momento da avaliação indicaram relevância clínica em 14 (-2,31, IC 95% [-3,34 a -1,36]) e 26 semanas (-2,52, IC 95% [-3,53 a -1,58]). Da mesma forma, as diferenças entre os grupos para a intensidade da dor nas últimas 4 semanas indicaram um benefício relevante em 14 (-2,18, IC 95% [-3,15 a -1,25]) e em 26 semanas (-1,90, IC 95% [-2,92 a -0,97]). As diferenças entre os grupos para a intensidade máxima da dor nas últimas quatro semanas foram de -1,69 (IC 95% [-2,65 a -0,80]) em 14 semanas e -1,29 (IC 95% [-2,24 a -0,43]) em 26 semanas. Com exceção da intensidade máxima da dor em 26 semanas, os intervalos de confiança estavam acima dos limiares de relevância clínica, indicando benefício clínico para a intensidade da dor. Para o desempenho físico Teste de Subida de Escadas após 14 semanas de intervenção, o grupo experimental apresentou maior redução no tempo do que o grupo controle, com diferença entre os grupos indicando boa relevância clínica (-4,89 s, IC 95% [-7,63 a -1,95]).

Os resultados do teste de caminhada rápida de 40 m e do teste de sentar-se e levantar-se de 30 segundos indicaram efeitos benéficos do programa de exercícios para o grupo experimental em comparação com o grupo controle, com diferenças entre os grupos e seus ICs mostrando resultados positivos. No entanto, os ICs não estavam acima dos limiares de relevância clínica (Tabela 3). Resultados semelhantes foram observados para as variáveis qualidade do sono, qualidade de vida, DAP, ansiedade e depressão, cinesiofobia e catastrofização da dor. O efeito da intervenção sobre a alodinia e a intensidade da dor à pontada

foi claramente insignificante, com diferenças médias muito próximas de 0 em uma escala de 0 a 10 e intervalos de confiança estreitos.

Tabela 2: Médias estimadas e desvio padrão por grupo ao longo do tempo.

Medida de desfecho	Linha de base		Semana 14		Semana 26	
	Con (n=44)	Exp (n=44)	Con (n=44)	Exp (n=44)	Con (n=44)	Exp (n=44)
LDP Linha articular medial do joelho (kg/cm ²)	3.5 (1.3)	3.7 (.9)	3.2 (1.1)	4.6 (1.6)	3.5 (1.3)	4.7 (1.7)
LDP Reto Femoral (kg/cm ²)	4.6 (1.7)	4.7 (1.8)	4.5 (1.6)	5.2 (1.7)	4.9 (1.5)	5.3 (1.7)
LDP Extensor Radial do Carpo (CL) (kg/cm ²)	3.5 (1.3)	3.5 (1.2)	3.5 (1.4)	4.1 (1.6)	3.7 (1.3)	4.9 (1.7)
LDP Centro da Patela (kg/cm ²)	4.5 (1.5)	4.3 (1.8)	4.4 (1.3)	5.1 (1.6)	4.8 (1.4)	5.0 (1.6)
LDP Centro da Patela (CL) (kg/cm ²)	5.0 (1.5)	4.6 (1.7)	4.6 (1.4)	5.2 (1.4)	4.8 (1.3)	5.3 (1.4)
LDP Tibial Anterior (kg/cm ²)	4.2 (1.4)	4.4 (1.9)	3.8 (1.4)	4.9 (1.8)	4.1 (1.4)	4.9 (1.6)
LDP Tibial Anterior (CL) (kg/cm ²)	4.2 (1.4)	4.5 (1.6)	4.0 (1.4)	4.7 (1.7)	4.1 (1.3)	4.8 (1.6)
Efeito MCD na dor no joelho (diferença em ENV pós-MCD)	-0.8 (1.9)	-0.4 (1.6)	-0.4 (1.5)	-0.6 (1.5)	-0.3 (1.1)	-0.4 (1.8)
Efeito MCD na dor no antebraço (diferença em ENV pós-MCD)	-0.5 (1.4)	-0.9 (1.6)	-0.7 (1.5)	-0.9 (1.7)	-0.5 (1.8)	-0.9 (1.5)
Somação Temporal (diferença em ENV pós 10 estímulos)	1.9 (1.6)	1.6 (2.3)	1.9 (1.5)	1.7 (1.7)	1.9 (2.0)	1.4 (1.4)
Teste de Sentar-se e Levantar-se da Cadeira em 30s (s)	8.9 (3.5)	9.8 (2.6)	9.1 (2.9)	10.7 (2.5)	9.1 (3.0)	10.7 (2.5)
Caminhada Rápida de 40m (m/s)	1.4 (0.3)	1.5 (0.3)	1.4 (0.3)	1.6 (0.4)	1.4 (0.3)	1.7 (0.5)
Teste de Subir e Descer Degraus (s)	23.9 (14.9)	20.9 (10.4)	23.6 (13.7)	16.8 (6.8)	21.3 (11.6)	15.9 (6.2)
DAP (número de repetições)	12.2 (4.9)	12.9 (3.4)	12.5 (4.3)	15.1 (3.7)	13.0 (4.4)	15.3 (3.9)
WOMAC dor (0-20)	9.0 (3.8)	10.4 (3.8)	8.6 (4.0)	5.9 (4.3)	8.1 (4.5)	5.8 (3.9)
WOMAC função (0-68)	30.1 (13.3)	33.9 (13.4)	28.6 (14.2)	20.9 (13.9)	28.2 (15.1)	19.5 (12.0)
WOMAC total (0-96)	42.4 (18.2)	47.8 (18.4)	40.3 (19.5)	28.8 (19.3)	38.7 (20.4)	27.4 (16.8)
HADS-A (0-21)	8.1 (4.3)	6.9 (3.8)	7.7 (4.5)	5.9 (4.1)	7.9 (4.2)	6.2 (3.7)
HADS-D (0-21)	6.5 (3.6)	6.2 (3.5)	6.2 (3.6)	4.7 (3.6)	6.4 (3.8)	4.7 (3.5)
PSQI (0-38)	8.7 (3.9)	7.8 (4.3)	9.0 (4.3)	6.9 (4.0)	9.2 (4.6)	7.5 (4.6)
SF-12 (0-47)	29.2 (6.3)	30.3 (5.9)	30.3 (6.6)	34.2 (6.8)	29.8 (6.9)	33.7 (6.5)
Escala Tampa de Cinesiofobia (17-68)	43.3 (8.3)	43.0 (6.9)	40.6 (8.6)	35.5 (9.4)	41.1 (8.1)	36.1 (8.7)
Escala de Catastrofização da Dor (0-52)	28 (12.8)	28.3 (11.6)	25.4 (13.3)	18.6 (12.1)	23.4 (14.0)	18.1(12.5)
PainDetect (0-38)	12.4 (7.2)	15.4 (6.8)	12.9 (7.3)	10.4 (5.9)	11.2 (6.4)	8.5 (5.9)

Número de Articulações Dolorosas	3.3 (1.9)	4.1 (2.6)	3.8 (2.3)	2.9 (1.6)	3.6 (1.9)	2.9 (1.5)
Alodinia na patela (0-10)	0.2 (0.8)	0.5 (1.4)	0.1 (0.5)	0.0 (0.2)	0.0 (0.0)	0.1 (0.3)
Alodinia no antebraço (0-10)	0.2 (0.7)	0.4 (1.3)	0.0 (0.0)	0.3 (1.5)	0.0 (0.2)	0.1 (0.5)
Intensidade de dor à pontada na patela (0-10)	1.3 (1.9)	2.0 (2.4)	0.9 (1.9)	0.6 (1.2)	0.6 (0.9)	0.8 (1.7)
Intensidade de dor à pontada no antebraço (0-10)	0.8 (1.5)	1.5 (2.2)	0.9 (2.2)	0.8 (1.3)	0.7 (1.2)	0.7 (1.3)
Força média dos Extensores do Joelho (Kgf)	22.6 (10.3)	22.0 (7.7)	21.8 (9.8)	25.9 (9.0)	22.5 (8.7)	24.6 (8.2)
Força média dos Extensores do Joelho (CL) (Kgf)	24.4 (9.2)	23.7 (7.5)	23.9 (8.8)	27.9 (12.1)	25.3 (9.3)	26.1 (8.6)
Intensidade de dor média (0-10)	5.7 (2.5)	6.0 (2.0)	5.2 (2.5)	3.4 (2.4)	4.5 (2.4)	3.0 (2.2)
Intensidade de dor no momento da avaliação (0-10)	4.0 (3.0)	5.2 (2.6)	3.7 (2.9)	2.0 (2.5)	3.3 (2.8)	1.9 (2.1)
Intensidade de dor máxima (0-10)	7.5 (2.3)	7.5 (2.5)	7.3 (2.4)	4.7 (3.0)	6.8 (2.6)	3.8 (2.7)
Percepção Global de Melhora (-7 - 7)	-	-	2.2 (3.1)	4.8 (2.3)	2.7 (2.5)	4.8 (2.5)

Con = grupo controle, Exp = grupo experimental, CL=contralateral, LPD = Limiar de dor à pressão, MCD = Modulação Condicionada da Dor, END = Escala verbal numérica da dor, DAP = Dynamic Weight-Bearing Assessment of Pain, WOMAC = Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index, HADS = Hospital Anxiety and Depression Scale, A = Ansiedade, D = Depressão, PSQI = Pittsburgh Sleep Quality Index, SF-12 = 12-item Health Survey,

Tabela 3: Análise dos modelos lineares mistos: diferenças médias entre grupos e seus intervalos de confiança.

Medida de desfecho	Diferença média entre grupos (95% CI)	
	Semana 14	Semana 26
LDP Linha articular medial do joelho (kg/cm ²)	1.26 (0.80 – 1.71)	1.16 (0.71 – 1.68)
LDP Reto Femoral (kg/cm ²)	0.71 (0.18 – 1.21)	0.56 (0.06 – 1.11)
LDP Extensor Radial do Carpo (CL) (kg/cm ²)	0.60 (0.05 – 1.15)	1.40 (0.81 – 2.00)
LDP Centro da Patela (kg/cm ²)	0.97 (0.50 – 1.42)	0.64 (0.17 – 1.13)
LDP Centro da Patela (CL) (kg/cm ²)	0.83 (0.36 – 1.29)	0.87 (0.39 – 1.39)
LDP Tibial Anterior (kg/cm ²)	1.04 (0.56 – 1.52)	0.87 (0.31 – 1.42)
LDP Tibial Anterior (CL) (kg/cm ²)	0.65 (0.15 – 1.14)	0.82 (0.31 – 1.37)
Efeito MCD na dor no joelho (diferença em ENV pós-MCD)	-0.19 (-0.85 – 0.48)	-0.13 (-0.79 – 0.55)
Efeito MCD na dor no antebraço (diferença em ENV pós-MCD)	-0.26 (-1.00 – 0.49)	-0.44 (-1.22 – 0.30)

Somação Temporal (diferença em ENV pós 10 estímulos)	-0.22 (-0.94 – 0.53)	-0.55 (-1.30 – 0.19)
Teste de Sentar-se e Levantar-se da Cadeira em 30s (s)	0.82 (0.07 – 1.58)	1.28 (0.55 – 2.08)
Caminhada Rápida de 40m (m/s)	0.21 (0.05 – 0.37)	0.33 (0.17 – 0.51)
Teste de Subir e Descer Degraus (s)	-4.89 (-7.63 – -1.95)	-3.32 (-6.36 – -0.52)
DAP (número de repetições)	1.81 (0.55 – 3.09)	1.64 (0.40 – 3.10)
WOMAC dor (0-20)	-3.28 (-4.56 – -1.92)	-3.15 (-4.60 – -1.83)
WOMAC função (0-68)	-9.94 (-13.84 – -6.02)	-11.93 (-16.26 – -7.87)
WOMAC total (0-96)	-14.43 (-19.82 – -8.96)	-15.49 (-21.54 – -9.87)
HADS-A (0-21)	-0.92 (-2.11 – 0.27)	-0.86 (-2.18 – 0.37)
HADS-D (0-21)	-1.26 (-2.41 – -0.04)	-1.49 (-2.78 – 0.27)
PSQI (0-38)	-1.14 (-2.46 – 0.25)	-1.26 (-2.77 – 0.13)
SF-12 (0-47)	3.35 (1.18 – 5.66)	3.93 (1.55 – 6.21)
Escala Tampa de Cinesiofobia (17-68)	-4.62 (-7.36 – -1.80)	-4.48 (-7.55 – -1.55)
Escala de Catastrofização da Dor (0-52)	-6.46 (-10.24 – -2.54)	-5.55 (-9.76 – -1.51)
PainDetect (0-38)	-3.67 (-6.04 – -1.21)	-4.80 (-7.16 – -2.35)
Número de Articulações Dolorosas	-0.92 (-1.67 – -0.12)	-0.84 (-1.62 – -0.03)
Alodinia na patela (0-10)	-0.08 (-0.22 – 0.06)	0.05 (-0.12 – 0.06)
Alodinia no antebraço (0-10)	0.23 (-0.09 – 0.56)	0.01 (-0.38 – 0.38)
Intensidade de dor à pontada na patela (0-10)	-0.44 (-1.00 – 0.12)	-0.17 (-0.80 – 0.40)
Intensidade de dor à pontada no antebraço (0-10)	-0.48 (-1.15 – 0.17)	-0.56 (-1.18 – 0.14)
Força média dos Extensores do Joelho (Kgf)	4.80 (2.71 – 6.76)	3.10 (1.12 – 5.46)
Força média dos Extensores do Joelho (CL) (Kgf)	4.42 (1.78 – 7.06)	1.88 (-1.01 – 4.92)
Intensidade de dor média (0-10)	-2.18 (-3.15 – -1.25)	-1.90 (-2.92 – -0.97)
Intensidade de dor no momento da avaliação (0-10)	-2.31 (-3.34 – -1.36)	-2.52 (-3.53 – -1.58)
Intensidade de dor máxima (0-10)	-1.69 (-2.65 – -0.80)	-1.29 (-2.24 – -0.43)
Percepção Global de Melhora (-7 – 7)	2.62 (1.41 – 3.83)	1.89 (0.68 – 3.26)

Con = grupo controle, Exp = grupo experimental, CL=contralateral, LPD = Limiar de dor à pressão, MCD = Modulação Condicionada da Dor, END = Escala verbal numérica da dor, DAP = Dynamic Weight-Bearing Assessment of Pain, WOMAC = Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index, HADS = Hospital Anxiety and Depression Scale, A = Ansiedade, D = Depressão, PSQI = Pittsburgh Sleep Quality Index, SF-12 = 12-item Health Survey,

O resultado da análise exploratória confirmou a hipótese de que a progressão semanal dos pacientes nos exercícios está associada à intensidade de dor nas respectivas semanas. A razão de chances para dor preditora foi de 0,80 (IC 95% [0,69 – 0,93]), indicando que os participantes que tiveram mais dor tiveram menos probabilidade de progredir no programa de

exercícios. A Figura 3 mostra a progressão dos participantes no programa de exercícios e a diminuição da intensidade da dor ao longo das 14 semanas.

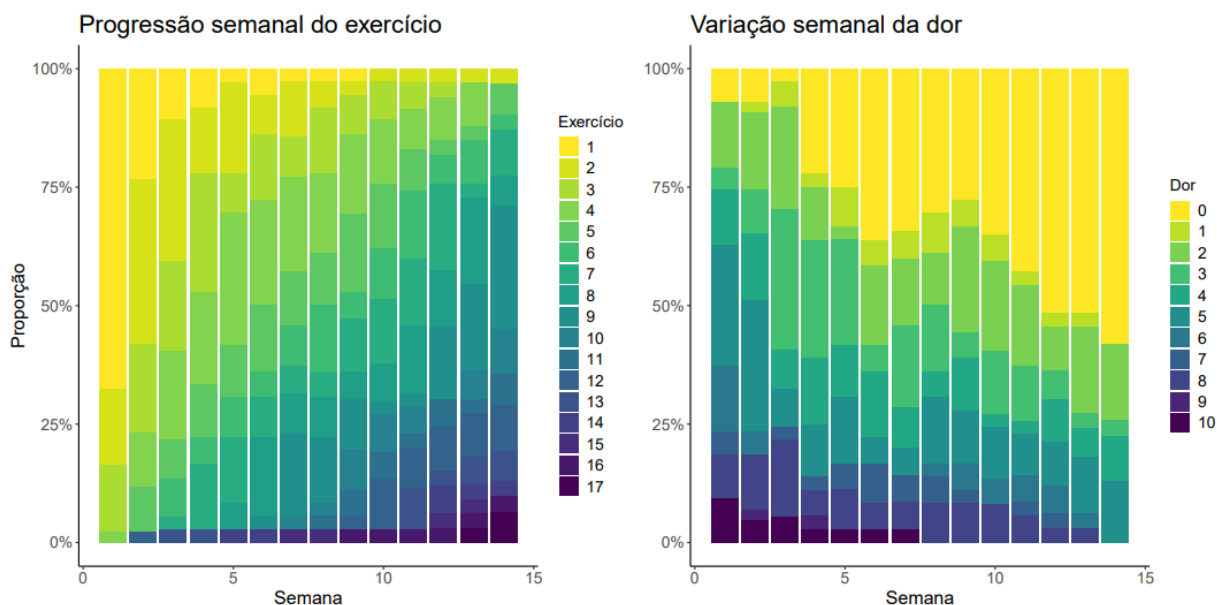


Figura 3: Progressão dos participantes no programa de exercícios e na intensidade de dor.

6.5 Discussão

O treinamento em circuito personalizado associado ao programa educacional foi efetivo em modular a sensibilização à dor em adultos com OAJ, evidenciado pelo aumento dos LDPs em regiões locais e remotas após 14 semanas de intervenção, em comparação ao grupo que recebeu somente o programa educacional. Esses efeitos benéficos foram mantidos ao final do seguimento, indicando sustentabilidade dos resultados. Adicionalmente, o programa de exercícios foi eficaz em reduzir a intensidade de dor média, máxima e no momento da avaliação, aumentar a força dos músculos extensores de joelho, melhorar a performance física e reduzir os sintomas de OAJ. Em contrapartida, os efeitos da intervenção com exercícios sobre a inibição endógena da dor, avaliada pelo parâmetro MCD, e sobre a hiperexcitabilidade das vias ascendentes nociceptivas, mensurada pelo parâmetro ST, foram inconclusivos.

Os mecanismos subjacentes à melhora da sensibilização à dor promovida pela a realização regular de exercício físico em pessoas com dor crônica não são completamente compreendidos (BELAVY *et al.*, 2021). A hipótese de que essa melhora seria mediada pela ativação de vias inibitórias endógenas analgésicas aferida pela parâmetro psicofísico MCD não foi confirmada neste estudo, visto que o parâmetro não revelou mudanças relevantes,

diferentemente do observado em indivíduos com outras condições dolorosas crônicas submetidos a intervenções com exercício físico (IBRAHIM *et al.*, 2025). De maneira semelhante, o parâmetro ST mecânica da dor não indicou modulação das vias facilitatórias espinais. Esse achado está alinhado com evidências de metanálise que também demonstraram efeitos discretos do exercício sobre a excitabilidade das vias ascendentes da dor em pessoas com osteoartrite de joelho (HALL *et al.*, 2020). Desta forma, os resultados sugerem que a melhora clínica observada não parece ser atribuída à modulação da excitabilidade nociceptiva no corno dorsal da medula ou à ativação de mecanismos inibitórios endógenos avaliados pela MCD. A menor efetividade do exercício na modulação da ST e da MCD, em comparação a indivíduos saudáveis ou com outras condições dolorosas, reforça a hipótese de que os mecanismos de alívio da dor induzidos pelo exercício podem ser específicos para esta doença. Assim, entende-se que a sobreposição e a contribuição relativa dos mecanismos biológicos e neurofisiológicos envolvidos na dor crônica parecem variar conforme a patologia de cada comprometimento, de modo que a análise conjunta de diferentes doenças pode obscurecer a compreensão dos mecanismos específicos envolvidos em cada uma delas.

Diferentemente, a hiperalgesia à pressão apresentou redução significativa após a intervenção com atividade física, indicando que a prática de exercício físico por 14 semanas seria capaz modificar de maneira relevante os níveis de sensibilidade à dor local e remotamente. Ensaio clínico semelhante conduzido com a mesma população também demonstrou que intervenções com exercícios entregues remotamente foram capazes de reduzir a sensibilização à dor local mensurada por LDP na região do joelho em indivíduos com OAJ (GOHIR *et al.*, 2021). Esses achados são corroborados por estudo transversal recente que demonstrou que pessoas com OAJ que praticam maior volume de atividade física semanal apresentam LDP mais elevados (LEE, *et al.*, 2024).

O efeito anti-inflamatório e seus efeitos neurais locais induzidos pela prática regular de atividade física podem constituir uma explicação plausível para a redução da hiperalgesia. Nesse contexto, em pessoas com OAJ, a fraqueza do músculo quadríceps tem sido associada a LDP reduzidos (MCWILLIANS *et al.*, 2023), enquanto o fortalecimento muscular se relaciona à redução tanto da hiperalgesia primária quanto da secundária (MOREIRA *et al.*, 2021). Fisiologicamente, essa associação pode ser explicada pela presença de sinais de inflamação, como efusão articular e sinovite (DAIANESE *et al.*, 2023), a presença de citocinas pró-inflamatórias, fatores de crescimento neuronal e serotonina (OHASHI *et al.*, 2023), os quais contribuem para a sensibilidade à dor. Assim, a redução do processo inflamatório poderia mediar

a atenuação da sensibilidade à dor promovida por programas de exercícios, atuando por meio da reversibilidade do ciclo negativo de inflamação, dor e inibição muscular, característico da OAJ (ROOS *et al.*, 2011).

Além de seus efeitos sobre a hiperalgesia e o fortalecimento muscular, o treinamento em circuito personalizado demonstrou eficácia na redução dos sintomas da OAJ, incluindo a intensidade de dor, a performance física, a incapacidade física e a rigidez articular, conforme mensuradas pela END, teste de subir e descer degraus e pelo questionário WOMAC. Esses achados corroboram estudos anteriores que investigaram o treinamento em circuito, tanto em formato presencial quanto entregues remotamente (AILY, Jéssica B *et al.*, 2023; DE ALMEIDA *et al.*, 2020), reforçando a efetividade dessa de intervenção de baixo custo para a melhora clínica de adultos e idosos com OAJ.

A negociação e a personalização da progressão no programa de exercícios mostraram-se fundamentais para permitir que cada participante evoluísse sem exacerbações da dor, conforme indica o resultado da análise exploratória. Evidências indicam que programas de exercício de alta intensidade podem aumentar a intensidade de dor em pessoas com OAJ, mesmo quando há redução da sensibilidade à dor após a intervenção (HOLM *et al.*, 2021). No presente estudo, a análise exploratória revelou que os participantes que apresentaram maior intensidade de dor progrediram mais lentamente no treinamento, alcançando, ao final da intervenção apenas níveis de exercícios físicos classificados como de baixa a média intensidade. Ainda assim, os resultados indicaram efeitos positivos tanto do ponto de vista clínico quanto de processamento sensorial. A progressão individualizada, especialmente em casos de dor mais intensa, pode ter evitado respostas inflamatórias articulares agudas, que desencadeariam surtos de dor pós-exercício, frequentemente observados em pessoas com dor crônica (RICE *et al.*, 2019).

Este estudo apresenta importantes fortalezas metodológicas. A proposta de integrar a investigação de variáveis clínicas com indicadores fisiológicos da dor, o uso de randomização, a validade e confiabilidade das medidas dos desfechos primários e secundários, o cegamento dos avaliadores e do estatístico responsável pelas análises dos dados, bem como a padronização das intervenções - aplicadas e coordenadas pela mesma fisioterapeuta – conferem rigor metodológico a esta pesquisa. No entanto, algumas limitações devem ser consideradas. O modelo de entrega remota, adotado em função do impacto imprevisível da pandemia de Covid-19, possibilitou menor interação entre participantes e fisioterapeuta e menor motivação de alguns participantes

devido à realização individual e em ambiente domiciliar. Esses fatores, somados às dificuldades de acesso e familiaridade com tecnologias de comunicação, podem ter contribuído para uma taxa relativamente elevada de perdas amostrais no grupo experimental.

Com relação às implicações clínicas, os resultados deste estudo são promissores por demonstrar que o treinamento em circuito personalizado é eficaz para pessoas com OAJ, promovendo não apenas a melhora dos sintomas clínicos, mas também a redução da sensibilização à dor, evidenciada pela redução da hiperalgesia local e remota. Pesquisas futuras devem investigar se diferentes modalidades ou maior tempo de exposição ao exercício físico são capazes de modular a ST e a MCD em indivíduos com OAJ.

Em síntese, os achados deste estudo indicam que o treinamento em circuito personalizado entregue remotamente é uma estratégia eficaz para a melhora clínica e da modulação da sensibilização à dor em indivíduos com OAJ. Não foi possível afirmar que houve alterações nos mecanismos de inibição endógena da dor e de hiperexcitabilidade de vias ascendentes de dor após a intervenção com exercícios. A personalização da progressão do exercício permitiu identificar que menor intensidade de dor é um fator determinante para progressão mais rápida no programa de exercícios. O presente estudo contribui para o avanço do conhecimento sobre intervenções viáveis e de baixo custo no contexto da dor crônica e oferece fundamentos para o desenvolvimento de abordagens mais individualizadas e baseadas em mecanismos neurofisiológicos.

6.6 Referências

AILY, Jéssica B *et al.* Face-to-face and telerehabilitation delivery of circuit training have similar benefits and acceptability in patients with knee osteoarthritis : a randomised trial.

Journal of Physiotherapy, [s. l.], vol. 69, p. 232–239, 2023.

AILY, Jéssica Bianca *et al.* Evaluation of vastus lateralis architecture and strength of knee extensors in middle-aged and older individuals with knee osteoarthritis. **Clinical**

Rheumatology, [s. l.], vol. 38, no. 9, p. 2603–2611, 2019. Available at:

<https://doi.org/10.1007/s10067-019-04539-9>

ARENDR-NIELSEN, Lars *et al.* Sensitization in patients with painful knee osteoarthritis.

Pain, [s. l.], vol. 149, no. 3, p. 573–581, 2010. Available at:

<https://doi.org/10.1016/j.pain.2010.04.003>

BELAVY, D L *et al.* Pain sensitivity is reduced by exercise training: Evidence from a

systematic review and meta-analysis. **Neuroscience and Biobehavioral Reviews**, [s. l.], vol. 120, p. 100–108, 2021. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2020.11.012>

BENNELL, Kim L. *et al.* Effectiveness of an internet-delivered exercise and pain-coping skills training intervention for persons with chronic knee pain: A randomized trial. **Annals of Internal Medicine**, [s. l.], vol. 166, no. 7, p. 453–462, 2017. Available at: <https://doi.org/10.7326/M16-1714>

BERTOLAZI, Alessandra Naimaier. **Tradução, adaptação cultural e validação de dois instrumentos de avaliação do sono: escala de sonolência de Epworth e índice de qualidade de sono de Pittsburgh**. 1–93 f. 2008. - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, [s. l.], 2008.

BLAND, J. Martin; ALTMAN, Douglas G. Statistics notes: Bootstrap resampling methods. **BMJ (Online)**, [s. l.], vol. 350, p. 2–3, 2015. Available at: <https://doi.org/10.1136/bmj.h2622>

BRENNAN, Cathy *et al.* The Hospital Anxiety and Depression Scale: A diagnostic meta-analysis of case-finding ability. **Journal of Psychosomatic Research**, [s. l.], vol. 69, no. 4, p. 371–378, 2010. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jpsychores.2010.04.006>

BURROWS, N. J. *et al.* Acute resistance exercise and pressure pain sensitivity in knee osteoarthritis: A randomised crossover trial. **Osteoarthritis and Cartilage**, [s. l.], vol. 22, no. 3, p. 407–414, 2014. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.joca.2013.12.023>

CARSON, Nicole; LEACH, Larry; MURPHY, Kelly J. A re-examination of Montreal Cognitive Assessment (MoCA) cutoff scores. **International Journal of Geriatric Psychiatry**, [s. l.], vol. 33, no. 2, p. 379–388, 2018. Available at: <https://doi.org/10.1002/gps.4756>

CHANG, Wei Ju *et al.* Addition of transcranial direct current stimulation to quadriceps strengthening exercise in knee osteoarthritis: A pilot randomised controlled trial. **PLoS ONE**, [s. l.], vol. 12, no. 6, p. 1–16, 2017. Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0180328>

CLEMENT, N. D. *et al.* Meaningful changes in the Short Form 12 physical and mental summary scores after total knee arthroplasty. **Knee**, [s. l.], vol. 26, no. 4, p. 861–868, 2019. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.knee.2019.04.018>

COURTNEY, Carol A.; FERNÁNDEZ-DE-LAS-PEÑAS, César; BOND, Samantha.

Mechanisms of chronic pain—key considerations for appropriate physical therapy management. **Journal of Manual and Manipulative Therapy**, [s. l.], vol. 25, no. 3, p. 118–127, 2017. Available at: <https://doi.org/10.1080/10669817.2017.1300397>

DAIANESE, P *et al.* Associations between markers of inflammation and altered pain perception mechanisms in people with knee osteoarthritis: a systematic review.pd.

Rheumatic and Musculoskeletal Diseases Open, [s. l.], vol. 9, p. e002945, 2023. Available at: <https://doi.org/10.1136/rmdopen.2022.002945>

DE ALMEIDA, Aline Castilho *et al.* A periodized training attenuates thigh intermuscular fat and improves muscle quality in patients with knee osteoarthritis: results from a randomized controlled trial. **Clinical Rheumatology**, [s. l.], vol. 39, no. 4, p. 1265–1275, 2020. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10067-019-04892-9>

DE ALMEIDA, Aline Castilho *et al.* Influence of a periodized circuit training protocol on intermuscular adipose tissue of patients with knee osteoarthritis: Protocol for a randomized controlled trial. **BMC Musculoskeletal Disorders**, [s. l.], vol. 19, no. 1, p. 1–14, 2018. Available at: <https://doi.org/10.1186/s12891-018-2325-y>

DE MARTINO, Enrico *et al.* Sessions of Prolonged Continuous Theta Burst Stimulation or High-frequency 10 Hz Stimulation to Left Dorsolateral Prefrontal Cortex for 3 Days Decreased Pain Sensitivity by Modulation of the Efficacy of Conditioned Pain Modulation. **Journal of Pain**, [s. l.], vol. 20, no. 12, p. 1459–1469, 2019. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2019.05.010>

DE PAULA GOMES, Cid A F *et al.* Incorporation of Photobiomodulation Therapy Into a Therapeutic Exercise Program for Knee Osteoarthritis: A Placebo-Controlled, Randomized, Clinical Trial. **Lasers in Surgery and Medicine**, [s. l.], vol. 50, no. 8, p. 819–828, 2018. Available at: <https://doi.org/10.1002/lsm.22939>

DEYLE, Gail D. *et al.* Physical Therapy versus Glucocorticoid Injection for Osteoarthritis of the Knee. **New England Journal of Medicine**, [s. l.], vol. 382, no. 15, p. 1420–1429, 2020. Available at: <https://doi.org/10.1056/nejmoa1905877>

EITNER, Annett; HOFMANN, Gunther O.; SCHAIBLE, Hans-Georg. Mechanisms of Osteoarthritic Pain. Studies in Humans and Experimental Models. **Frontiers in Molecular Neuroscience**, [s. l.], vol. 10, p. 349, 2017. Available at: <https://doi.org/doi:10.3389/fnmol.2017.00349> Mechanisms

ELKINS, Mark. Research Note: Interpreting confidence intervals. **Journal of Physiotherapy**, [s. l.], vol. 70, p. 319–323, 2024. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2024.08.010>

ELKINS, M R *et al.* Statistical inference through estimation recommendations from the International Society of Physiotherapy Journal Editors. **Physical Therapy**, [s. l.], vol. 102, no. 6, p. pzac066, 2022.

FELSON, David T. *et al.* Multiple Nonspecific Sites of Joint Pain Outside the Knees Develop in Persons with Knee Pain. **Arthritis Rheumatol.**, [s. l.], vol. 69, no. 2, p. 335–342, 2017. Available at: <https://doi.org/doi:10.1002/art.39848>

FINGLETON, C. *et al.* Pain sensitization in people with knee osteoarthritis: A systematic review and meta-analysis. **Osteoarthritis and Cartilage**, [s. l.], vol. 23, no. 7, p. 1043–1056, 2015. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.joca.2015.02.163>

GIBBS, A J *et al.* Recommendations for the management of hip and knee osteoarthritis: A systematic review of clinical practice guidelines. **Osteoarthritis and Cartilage**, [s. l.], vol. 31, p. 1280–1292, 2023. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.joca.2023.05.015>

GOHIR, S A *et al.* Effectiveness of Internet-Based Exercises Aimed at Treating Knee Osteoarthritis The IBEAT-OA Randomized Clinical Trial.pdf. **Jama Network Open**, [s. l.], vol. 4, no. 2, p. e210012, 2021. Available at: <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2021.0012>

HALL, M. *et al.* Effect of exercise on pain processing and motor output in people with knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. **Osteoarthritis and Cartilage**, [s. l.], vol. 28, no. 12, p. 1501–1513, 2020. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.joca.2020.07.009>

HANSEN, Simon; VAEGTER, Henrik B.; PETERSEN, Kristian K. Pretreatment Exercise-induced Hypoalgesia is Associated with Change in Pain and Function after Standardized Exercise Therapy in Painful Knee Osteoarthritis. **Clinical Journal of Pain**, [s. l.], vol. 36, no. 1, p. 16–24, 2020. Available at: <https://doi.org/10.1097/AJP.0000000000000771>

HATTORI, Takafumi *et al.* Pathology of knee osteoarthritis pain: Contribution of joint structural changes and pain sensitization to movement-evoked pain in knee osteoarthritis. **Pain Reports**, [s. l.], vol. 9, no. 1, p. E1124, 2024. Available at: <https://doi.org/10.1097/PR9.0000000000001124>

HENRIKSEN, Marius *et al.* Association of exercise therapy and reduction of pain sensitivity

in patients with knee osteoarthritis: A randomized controlled trial. **Arthritis Care and Research**, [s. l.], vol. 66, no. 12, p. 1836–1843, 2014. Available at: <https://doi.org/10.1002/acr.22375>

HOLM, Pætur M. *et al.* Strength training in addition to neuromuscular exercise and education in individuals with knee osteoarthritis—the effects on pain and sensitization. **European Journal of Pain (United Kingdom)**, [s. l.], vol. 25, no. 9, p. 1898–1911, 2021. Available at: <https://doi.org/10.1002/ejp.1796>

IBRAHIM, A A E *et al.* Comparative effectiveness of various exercise interventions on central sensitisation indices A systematic review and network meta analysis.pdf. **Annals of Physical and Rehabilitation Medicine**, [s. l.], vol. 68, p. 101894, 2025. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2024.101894>

JOERGENSEN, Tanja Schjoedt *et al.* Experimental knee pain evoke spreading hyperalgesia and facilitated temporal summation of pain. **Pain Medicine (United States)**, [s. l.], vol. 14, no. 6, p. 874–883, 2013. Available at: <https://doi.org/10.1111/pme.12093>

KLOKKER, Louise *et al.* Dynamic weight-bearing assessment of pain in knee osteoarthritis: a reliability and agreement study. **Quality of Life Research**, [s. l.], vol. 24, no. 12, p. 2985–2992, 2015. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11136-015-1025-4>

KLOKKER, Louise *et al.* Dynamic weight-bearing assessment of pain in knee osteoarthritis: construct validity, responsiveness, and interpretability in a research setting. **Health**, [s. l.], vol. 14, p. 91, 2016. Available at: <https://doi.org/DOI 10.1186/s12955-016-0495-6>

KOLASINSKI, Sharon L. *et al.* 2019 American College of Rheumatology/Arthritis Foundation Guideline for the Management of Osteoarthritis of the Hand, Hip, and Knee. **Arthritis Care and Research**, [s. l.], vol. 72, no. 2, p. 149–162, 2020. Available at: <https://doi.org/10.1002/acr.24131>

KOLTYN, Kelli F *et al.* Mechanisms of Exercise-Induced Hypoalgesia. [s. l.], vol. 15, no. 12, p. 1294–1304, 2014. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2014.09.006>

LAGE, Poliane T. S. *et al.* Measurement properties of Portuguese–Brazil Western Ontario and McMaster Universities osteoarthritis index (WOMAC) for the assessment of knee complaints in Brazilian adults: ELSA-Brasil Musculoskeletal cohort. **Rheumatology International**, [s. l.], vol. 40, no. 2, p. 233–242, 2020. Available at: <https://doi.org/doi:10.1007/s00296-019-04496-1>

- LARSEN, Jesper Bie *et al.* Neuromuscular exercise and pain neuroscience education compared with pain neuroscience education alone in patients with chronic pain after primary total knee arthroplasty: Study protocol for the NEPNP randomized controlled trial. **Trials**, [s. l.], vol. 21, no. 1, p. 1–10, 2020. Available at: <https://doi.org/10.1186/s13063-020-4126-5>
- LEE, Soyoung *et al.* Associations of pain sensitivity and conditioned pain modulation with physical activity: findings from the Multicenter Osteoarthritis Study (MOST). **Osteoarthritis and Cartilage**, [s. l.], vol. 32, no. 8, p. 982–989, 2024. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.joca.2024.04.020>
- LEE, Syoung *et al.* Association of mechanical temporal summation of pain with muscle co contraction during walking in people with knee osteoarthritis. **Clin Biomech (Bristol, Avon)**, [s. l.], vol. 110, p. 106105, 2023. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2023.106105>.
- MCWILLIANS, D F *et al.* Associations of Muscle Strength with Central Aspects of Pain: Data from the Knee Pain and Related Health in the Community (KPIC) Cohort. **Journal of Personalized Medicine**, [s. l.], vol. 13, p. 1450, 2023. Available at: <https://doi.org/10.3390/jpm13101450>
- MENTIPLAY, Benjamin F. *et al.* Assessment of lower limb muscle strength and power using hand-held and fixed dynamometry: A reliability and validity study. **PLoS ONE**, [s. l.], vol. 10, no. 10, p. 1–18, 2015. Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0140822>
- MO, Ling *et al.* Exercise Therapy for Knee Osteoarthritis: A Systematic Review and Network Meta-analysis. **Orthopaedic Journal of Sports Medicine**, [s. l.], vol. 11, no. 5, p. 1–10, 2023. Available at: <https://doi.org/10.1177/23259671231172773>
- MONTICONE, Marco *et al.* Responsiveness and minimal clinically important changes for the Tampa Scale of Kinesiophobia after lumbar fusion during cognitive behavioral rehabilitation. **European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine**, [s. l.], vol. 53, no. 3, p. 351–358, 2017. Available at: <https://doi.org/10.23736/S1973-9087.16.04362-8>
- MOREIRA, Vanessa Martins Pereira Silva *et al.* A comparison of the efficacy of nonweight-bearing and weight-bearing exercise programmes on function and pain pressure thresholds in knee osteoarthritis: a randomised study. **European Journal of Physiotherapy**, [s. l.], vol. 23, no. 3, p. 171–178, 2021. Available at: <https://doi.org/10.1080/21679169.2019.1663928>
- MOSENG, T *et al.* EULAR recommendations for the non-pharmacological core management

of hip and knee osteoarthritis: 2023 update. **Ann Rheum Dis**, [s. l.], vol. 83, p. 730–740, 2024. Available at: <https://doi.org/10.1136/ard-2023-225041>

MOSS-MORRIS, Rona *et al.* A randomized controlled graded exercise trial for chronic fatigue syndrome: Outcomes and mechanisms of change. **Journal of Health Psychology**, [s. l.], vol. 10, no. 2, p. 245–259, 2005. Available at: <https://doi.org/10.1177/1359105305049774>

MUTLU, Ebru Kaya; OZDINCLER, Arzu Razak. Reliability and responsiveness of algometry for measuring pressure pain threshold in patients with knee osteoarthritis. **Journal of Physical Therapy Science**, [s. l.], vol. 27, no. 6, p. 1961–1965, 2015. Available at: <https://doi.org/10.1589/jpts.27.1961>

NIJS, J. *et al.* Dysfunctional endogenous analgesia during exercise in patients with chronic pain: to exercise or not to exercise? **Pain physician**, [s. l.], vol. 15, no. 3 Suppl, 2012.

NUWAILATI, Rania *et al.* Reliability of conditioned pain modulation in healthy individuals and chronic pain patients: a systematic review and meta-analysis. **Scandinavian Journal of Pain**, [s. l.], vol. 22, no. 2, p. 262–278, 2022. Available at: <https://doi.org/10.1515/sjpain-2021-0149>

OHASHI, Yoshihisa *et al.* Mechanisms of Peripheral and Central Sensitization in Osteoarthritis Pain. **Cureus**, [s. l.], vol. 15, no. 2, 2023. Available at: <https://doi.org/10.7759/cureus.35331>

ONG, Wei Jie *et al.* Measurement properties of Pain Catastrophizing Scale in patients with knee osteoarthritis. **Clinical Rheumatology**, [s. l.], vol. 40, no. 1, p. 295–301, 2021. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10067-020-05163-8>

OSTERAS, Havard; PAULSBERG, Fredrik. The Effect of Medical Exercise Therapy on Pressure Sensitivity in Patients with Knee Osteoarthritis: A Cohort Pilot Study. **Pain and Therapy**, [s. l.], vol. 8, p. 79–87, 2019. Available at: <https://doi.org/doi.org/10.1007/s40122-019-0121-5>

PASSOS, Muana H.P. *et al.* Confiabilidade e validade da versão brasileira do Índice de Qualidade do Sono de Pittsburgh em adolescentes. **Jornal de Pediatria**, [s. l.], vol. 93, no. 2, p. 200–206, 2017. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jpmed.2016.06.006>

PRATHEEP, Neeraja Simurugan; MADELEINE, Pascal; ARENDT-NIELSEN, Lars. Relative and absolute test-retest reliabilities of pressure pain threshold in patients with knee

osteoarthritis. **Sacnd J Pain**, [s. l.], vol. 18, no. 2, p. 229–236, 2018. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.1515/sjpain-2018-0017>

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R Development Core Team. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing**. [S. l.], 2024.

RAKEL, Barbara *et al.* Mechanical Hyperalgesia and Reduced Quality of Life Occur in People With Mild Knee Osteoarthritis Pain. **Clin J Pain**, [s. l.], vol. 31, no. 4, p. 315–322, 2015. Available at: <https://doi.org/DOI: 10.1097/AJP.000000000000116>

RAMPAZO, E P *et al.* Sensory, Motor, and Psychosocial Characteristics of Individuals With Chronic Neck Pain: A Case-Control Study. **Physical Therapy**, [s. l.], vol. 26, p. pzab104, 2021.

RICE, David *et al.* Exercise-Induced Hypoalgesia in Pain-Free and Chronic Pain Populations: State of the Art and Future Directions. **Journal of Pain**, [s. l.], vol. 20, no. 11, p. 1249–1266, 2019. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2019.03.005>

RIO, Jéssica Pinto Martins do *et al.* PainDETECT questionnaire into cross-cultural adaptation of the Brazilian Portuguese. **Brazilian Journal of Anesthesiology (English Edition)**, [s. l.], no. xx, p. S0104-0014, 2021. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.bjane.2021.06.013>

ROOS, Ewa M. *et al.* Muscle weakness, afferent sensory dysfunction and exercise in knee osteoarthritis. **Nature Reviews Rheumatology**, [s. l.], vol. 7, no. 1, p. 57–63, 2011. Available at: <https://doi.org/10.1038/nrrheum.2010.195>

SCHAIBLE, Hans Georg. Mechanisms of chronic pain in osteoarthritis. **Current Rheumatology Reports**, [s. l.], vol. 14, no. 6, p. 549–556, 2012. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11926-012-0279-x>

SCHLIESSBACH, Jürg *et al.* Reference values of conditioned pain modulation. **Scandinavian Journal of Pain**, [s. l.], vol. 19, no. 2, p. 279–286, 2019. Available at: <https://doi.org/10.1515/sjpain-2018-0356>

SEHN, Francisléa *et al.* Cross-Cultural Adaptation and Validation of the Brazilian Portuguese Version of the Pain Catastrophizing Scale. **Pain Medicine**, [s. l.], vol. 13, p. 1425–1435, 2012. Available at: <https://doi.org/10.1590/1984-0462/;2018;36;4;00014>

SHARMA, S *et al.* Reliability, validity, responsiveness, and minimum important change of

the stair climb test in adults with hip and knee osteoarthritis. **Arthritis Care & Research**, [s. l.], vol. 75, no. 5, p. 1147–1157, 2022.

SILVEIRA, Marise Fagundes *et al.* Psychometric properties of the quality of life assessment instrument: 12-item health survey (SF-12). **Ciência & Saúde Coletiva**, [s. l.], vol. 18, no. 7, p. 1923–1931, 2013. Available at: <https://doi.org/10.1590/S1413-81232013000700007>

SIQUEIRA, Fabiano Botelho; TEIXEIRA-SALMELA, Luci Fuscaldi; MAGALHÃES, Livia de Castro. Análise das propriedades psicométricas da versão brasileira da escala tampa de cinesiofobia. **Acta Ortopédica Brasileira**, [s. l.], vol. 15, no. 1, p. 19–24, 2007. Available at: <https://doi.org/10.1590/s1413-78522007000100004>

SORIANO-MALDONADO, Alberto *et al.* Intra-Articular Corticosteroids in Addition to Exercise for Reducing Pain sensitivity in Knee Osteoarthritis: Exploratory Outcome from a Randomized Controlled Trial. [s. l.], vol. 11, no. 2, p. e0149168, 2016. Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0149168>

SYX, Delfien *et al.* Peripheral mechanisms contributing to osteoarthritis pain. **Curr Rheumatol Rep**, [s. l.], vol. 20, no. 2, p. 9, 2019. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11926-018-0716-6>

TROUVIN, Anne Priscille; PERROT, Serge. Pain in osteoarthritis. Implications for optimal management. **Joint Bone Spine**, [s. l.], vol. 85, no. 4, p. 429–434, 2018. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jbspin.2017.08.002>

TUBACH, F. *et al.* Evaluation of clinically relevant changes in patient reported outcomes in knee and hip osteoarthritis: The minimal clinically important improvement. **Annals of the Rheumatic Diseases**, [s. l.], vol. 64, no. 1, p. 29–33, 2005. Available at: <https://doi.org/10.1136/ard.2004.022905>

WAN, Dawn Wong Lit *et al.* Pain Adaptability in Individuals With Chronic Musculoskeletal Pain Is Not Associated With Conditioned Pain Modulation. **Journal of Pain**, [s. l.], vol. 19, no. 8, p. 897–909, 2018. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2018.03.002>

WHITE, P. D. *et al.* Comparison of adaptive pacing therapy, cognitive behaviour therapy, graded exercise therapy, and specialist medical care for chronic fatigue syndrome (PACE): A randomised trial. **The Lancet**, [s. l.], vol. 377, no. 9768, p. 823–836, 2011. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(11\)60096-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(11)60096-2)

YU, Huan *et al.* Osteoarthritis Pain. **International Journal of Molecular Sciences**, [*s. l.*], vol. 23, no. 9, p. 1–22, 2022. Available at: <https://doi.org/10.3390/ijms23094642>

7. CONCLUSÃO

De acordo com os achados dos três manuscritos apresentados nesta tese, estabelecemos as seguintes conclusões:

1. a má qualidade do sono está associada à ansiedade e depressão e sensibilização à dor central e periférica, avaliada por testes sensoriais quantitativos, em pessoas com OAJ. A sensibilização à dor central e periférica, ansiedade e depressão se correlacionam especificamente com os componentes do sono, qualidade subjetiva, duração, eficiência do sono, distúrbios do sono e disfunção durante o dia.
2. o protocolo de avaliações e intervenções com treinamento em circuito personalizado e educação do paciente alcançaram boas taxas de viabilidade e aceitabilidade. Barreiras foram identificadas e serviram de base para o desenvolvimento de estratégias para aumentar a adesão aos programas e a retenção no acompanhamento dos participantes, tanto durante a aplicação das intervenções;
3. o treinamento em circuito personalizado realizado entregue remotamente é uma estratégia eficaz para a modulação da sensibilização à dor e de sintomas clínicos em indivíduos com OAJ. A intensidade de dor foi determinante para a progressão dos protocolos de exercícios. A personalização da progressão do exercício mostrou-se essencial para evitar exacerbação da dor, especialmente em indivíduos com maior intensidade de dor.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos achados dos estudos e nas conclusões desta tese, consideramos que podemos delimitar algumas implicações clínicas relevantes.

Primeiramente, as taxa de viabilidade e aceitabilidade dos programas de treinamento em circuito personalizado e programa de educação do paciente entregues remotamente indicam que essas estratégias terapêuticas são válidas para tratamento de pessoas com OAJ em um contexto clínico. Por ser eficiente e acessível e por sua característica de aplicação em modelo remoto e de baixo custo, esta é uma ferramenta que pode ser utilizada por profissionais da saúde para atingir um amplo número de pacientes, especialmente aqueles que apresentam dificuldades de transporte ou outras barreiras que dificultem o acesso a terapias convencionais.

Em segundo lugar, após identificarmos a associação da má qualidade do sono com sensibilização à dor e sintomas de ansiedade e depressão em pacientes com OAJ, consideramos que a avaliação da qualidade do sono e o tratamento dos distúrbios do sono, devem ser realizados pelos profissionais de saúde no tratamento da dor crônica nessa população. Inversamente, devido à característica bidirecional dessa relação, também destacamos a importância de rastrear a sensibilidade à dor, ansiedade e depressão e focar essas condições no tratamento dos distúrbios do sono para alcançar melhores resultados na prática clínica. Entendemos que essas relações devem ser investigadas longitudinalmente ou por meio de ensaios clínicos, para que as relações de causalidade sejam estabelecidas, possibilitando identificar as melhores estratégias terapêuticas para esse grupo de pessoas.

Finalmente, após identificarmos que o treinamento em circuito personalizado associado a um programa educacional é eficaz para pessoas com OAJ, promovendo não apenas a melhora dos sintomas clínicos, mas também a redução da sensibilização à dor, consideramos que essa é uma estratégia terapêutica que pode ser orientada para alívio dos sintomas desses pacientes. Outra consideração relevante é que, por meio das análises desta tese, é possível afirmar que ajustar individualmente a progressão dos exercícios, considerando a opinião dos pacientes, é uma estratégia interessante para o manuseio de seus sintomas. Para a pesquisa clínica, ainda é importante decifrar o impacto do exercício físico nos mecanismos de inibição endógena da dor e hiperexcitabilidade das vias ascendentes nociceptivas em indivíduos com OAJ, uma vez que, no presente estudo, os resultados referentes a essas variáveis foram inconclusivos. Consideramos que esta tese atingiu os objetivos estabelecidos, oferecendo contribuições relevantes tanto para a

aplicação clínica dos resultados quanto para o enriquecimento científico nesta área de conhecimento.

9. ANEXOS

ANEXO 1

Links para acesso aos vídeos do programa de treinamento em circuito personalizado.

Vídeo 1

https://www.youtube.com/watch?v=d0x93J_XO1U&list=PLz5ZZswT2Z5tY6iKjG4HuWblrQrbj4Rpn&index=1&t=14s

Vídeo 2

<https://www.youtube.com/watch?v=doqLO9obqB0&list=PLz5ZZswT2Z5tY6iKjG4HuWblrQrbj4Rpn&index=2>

Vídeo 3

<https://www.youtube.com/watch?v=uF9tvM1DcXQ&list=PLz5ZZswT2Z5tY6iKjG4HuWblrQrbj4Rpn&index=3>

Vídeo 4

<https://www.youtube.com/watch?v=AygWJQmBoyY&list=PLz5ZZswT2Z5tY6iKjG4HuWblrQrbj4Rpn&index=4>

Vídeo 5

<https://www.youtube.com/watch?v=D9k87r8BAME&list=PLz5ZZswT2Z5tY6iKjG4HuWblrQrbj4Rpn&index=5>

Vídeo 6

<https://www.youtube.com/watch?v=Tbo3FZzF9Kg&list=PLz5ZZswT2Z5tY6iKjG4HuWblrQrbj4Rpn&index=6>

Vídeo 7

https://www.youtube.com/watch?v=ilRObl_1HYs&list=PLz5ZZswT2Z5tY6iKjG4HuWblrQrbj4Rpn&index=7

Vídeo 8

https://www.youtube.com/watch?v=8r0R_whO8CA&list=PLz5ZZswT2Z5tY6iKjG4HuWblrQrbj4Rpn&index=8

Vídeo 9

<https://www.youtube.com/watch?v=f9Vuofh2re4&list=PLz5ZZswT2Z5tY6iKjG4HuWblrQrbj4Rpn&index=10>

Vídeo 10

<https://www.youtube.com/watch?v=lk1yhUhhH6o&list=PLz5ZZswT2Z5tY6iKjG4HuWblrQrbj4Rpn&index=11>

Vídeo 11

https://www.youtube.com/watch?v=J_mXWZb9Nvk&list=PLz5ZZswT2Z5tY6iKjG4HuWblrQrbj4Rpn&index=12

Vídeo 12

<https://www.youtube.com/watch?v=1Ahg95eFsAc&list=PLz5ZZswT2Z5tY6iKjG4HuWblrQrbj4Rpn&index=13>

Vídeo 13

<https://www.youtube.com/watch?v=qRNdokCADS0&list=PLz5ZZswT2Z5tY6iKjG4HuWblrQrbj4Rpn&index=14>

Vídeo 14

https://www.youtube.com/watch?v=s_hQG2Jfe5g&list=PLz5ZZswT2Z5tY6iKjG4HuWblrQrbj4Rpn&index=9

Vídeo 15

<https://www.youtube.com/watch?v=1xfhe-tOkW8&list=PLz5ZZswT2Z5tY6iKjG4HuWblrQrbj4Rpn&index=15>

Vídeo 16

https://www.youtube.com/watch?v=DD_rlze5ZKQ&list=PLz5ZZswT2Z5tY6iKjG4HuWblrQrbj4Rpn&index=16

VÍdeo 17

https://www.youtube.com/watch?v=kMLWb9vq_Fg&list=PLz5ZZswT2Z5tY6iKjG4HuWblrQrbi4Rpn&index=17

ANEXO 2

CERT Assessment Form

Item	Description	Data extraction details	Location Primary paper	Location other	YES 1 NO 0	Reasons for rating (not reported or not clearly described)
1	Detailed description of the type of exercise equipment.	dumbbells, ankle weights, and elastic bands	p. 7		1	NA
2	Detailed description of the qualifications, expertise and/or training.	The physical therapist performing treatments had 20 years of clinical practice and was trained in how to perform the exercise program	p. 7		1	NA
3	Describe whether exercises are performed individually or in a group.	Participants performed all the exercises individually	p. 6		1	NA
4	Describe whether exercises are supervised or unsupervised, how they are delivered.	Participants performed all the exercises individually, without supervision, at home. Guidelines on how to perform the asynchronous telemonitoring sessions were made through videos (Supplemental Material 1) available on the <i>YouTube</i> platform, and the links for video access were delivered by <i>WhatsApp</i> .	p. 6		1	NA
5	Detailed description of how adherence to exercise is measured and reported.	the participants received a spreadsheet where they had to register the number of sessions completed at home	p. 7		1	NA
6	Detailed description of motivation strategies.	To assess and indicate progression with the exercises, clarify doubts, and increase motivation, all participants were contacted weekly by phone.	p. 7		1	NA
7a	Detailed description of the decision rules for determining exercise progression.	The progression of the exercise program was individualized and negotiated with the participants, appropriately to avoid periods of pain exacerbation. Exercises for non-painful body parts, flare monitoring, and non-graduation in cases of major pain crises.	p. 6		1	NA
7b	Detailed description of how the exercise program was progressed.	the exercise program initially included an individualized possible exercise base. Next, the duration of the exercise was systematically increased up to 50 minutes per session, and finally, a gradual increase in exercise intensity was performed. The progression of the exercises and the structure of each exercise session can be seen in Figure 2.	p. 6 And p. 9		1	NA
8	Detailed description of each exercise to enable replication	Guidelines on how to perform the asynchronous telemonitoring sessions were made through videos (Supplemental Material 1).		Supplementary material 1	1	NA
9	Detailed description of any home program component.	Participants performed all the exercises individually at home.	p. 6		1	NA

10	Describe whether there are any non-exercise components.	Participants in the experimental group and the control group received online educational sessions at home. Before the educational sessions, participants received written material with the content of the lectures. In each session, information related to KOA pathophysiology, treatment recommendations according to the American College of Rheumatology, and pain neuroscience (e.g., multifactorial nature of pain, pain sensitization, and brain plasticity) was provided	p. 7		1	NA
11	Describe the type and the number of adverse events that occur during exercise.	Regarding safety, 8 subjects in the experimental group reported muscle soreness after the exercise sessions, 8 subjects in the experimental group reported fatigue after exercise sessions, 2 subjects in the experimental group reported low back pain during or after exercise sessions, and 1 subject in the experimental group reported dizziness after the exercise session.	p. 18		1	NA
12	Describe the setting in which the exercises are performed.	Participants performed all the exercises individually at home. Before starting the exercise program, all exercise group participants attended a session in person at the LAFAR for guidance on telemonitoring and teleconsultation sessions and to receive the necessary materials to perform the exercises.	p. 6 – p. 7		1	NA
13	Detailed description of the exercise intervention.	Guidelines on how to perform the asynchronous telemonitoring sessions (Supplemental Material 1) were made through videos available on the <i>YouTube</i> platform	p. 6		1	NA
14a	Describe whether the exercises are generic (one size fits all) or tailored.	the exercise program initially included an individualized possible exercise base. The progression of the exercise program was individualized and negotiated with the participants.	p. 6		1	NA
14b	Detailed description of how exercises are tailored to the individual.	When necessary, adaptations to the exercises were made to ensure execution. For example, if a patient has reduced shoulder range of motion, during a shoulder flexion exercise, he is instructed to flex it to its maximum range. If the patient is unable to lie on a mat to perform the exercises prone or supine, he is instructed to perform on a higher surface that gives him support, such as a bed with a firm mattress.	p. 7		1	NA
15	Describe the decision rule for determining the starting level.	The baseline was established according to the level of weekly physical activity declared by the participant in the initial assessment. If the participant performed up to 49 minutes of physical activity/week, the protocol began with 15-minute	p. 6		1	NA

		sessions; if the participant performed 50 to 99 minutes of physical activity/week, the protocol began with 20-minute sessions; if the participant performed between 100 and 149 minutes of physical activity/week, the protocol began with 25-minute sessions.				
16a	Describe how adherence or fidelity is assessed/measured.	During this session, the participants received a spreadsheet where they had to register the number of sessions completed at home and the intensity of pain before and shortly after each session.	p. 7		1	NA
16b	Describe the extent to which the intervention was delivered as planned.	The assessments were conducted, and intervention programs were delivered as planned.	p. 14		1	NA

ANEXO 3

Confiabilidade intra-avaliador

A confiabilidade intra-avaliador dos QST foi testada antes do estudo, com dez indivíduos saudáveis e intervalo de 1 hora entre as avaliações. O coeficiente de correlação intraclassa (ICC) foi considerado excelente para valores médios medidos em pontos PPT no antebraço (ICC 0,91 [IC 95% = -0,11 a 0,98]), PPT em medial joelho (0,88 [IC 95% = 0,54 – 0,97]), PPT no músculo tibial anterior (ICC 0,93 [IC 95% = 0,71 a 0,98]), CPM no antebraço (ICC 0,88 [IC 95% = 0,24 a 0,97]) e ST (ICC 0,95 [IC 95% = 0,82 a 0,99]), e bom para CPM no joelho (ICC 0,72 [IC 95% = -0,18 a 0,94]).