

**UNIVERSIDADE BRASIL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA BIOMÉDICA  
CAMPUS ITAQUERA**

**YURI VICTOR BARBOSA SILVA**

**TERAPIA POR FOTOBIMODULAÇÃO EM PONTOS DE  
ACUPUNTURA ASSOCIADA AO EXERCÍCIO FÍSICO: IMPLICAÇÕES  
NO TRATAMENTO DE OSTEOARTRITE DE JOELHO**

**PHOTOBIMODULATION THERAPY IN ACUPUNCTURE POINTS  
ASSOCIATED WITH PHYSICAL EXERCISE: IMPLICATIONS IN THE  
TREATMENT OF KNEE OSTEOARTHRITIS**

São Paulo – SP  
2021

YURI VICTOR BARBOSA SILVA

TERAPIA POR FOTOBIMODULAÇÃO APLICADA EM PONTOS DE  
ACUPUNTURA: IMPLICAÇÕES NO TRATAMENTO DE  
OSTEOARTRITE DE JOELHO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica da Universidade Brasil, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Engenharia Biomédica.

Prof(a). Dr(a). Lívia Assis Garcia  
**Orientador(a)**

Prof(a). Dr(a). Carla Roberta Tim  
**Coorientador(a)**

São Paulo – SP  
2021

## Ficha catalográfica

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas da Universidade Brasil,  
com os dados fornecidos pelo (a) autor (a).

S578t SILVA, Yuri Victor Barbosa

Terapia por fotobiomodulação em pontos de acupuntura associada ao exercício físico: implicações no tratamento de osteoartrite de joelho / Yuri Victor Barbosa Silva. -- São Paulo: Universidade Brasil, 2021. 61 f.: il. color.

Dissertação de Mestrado defendida no Programa de Pós-graduação do Curso de Engenharia Biomédica da Universidade Brasil.

Orientação: Profa. Dra. Livia Assis Garcia.

Coorientação: Profa. Dra. Carla Roberta Tim.

1. Osteoartrite de joelho. 2. Fototerapia. 3. Dor. 4. Capacidade física. I. Garcia, Livia Assis. II. Tim, Carla Roberta. III. Título.

CDD 620.82

# TERMO DE APROVAÇÃO



## TERMO DE APROVAÇÃO

YURI VICTOR BARBOSA SILVA

**"TERAPIA POR FOTOBIMODULAÇÃO EM PONTOS DE ACUPUNTURA  
ASSOCIADA AO EXERCÍCIO FÍSICO: IMPLICAÇÕES NO TRATAMENTO DA  
OSTEOARTRITE DE JOELHO"**

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica** da Universidade Brasil, pela seguinte banca examinadora:

Prof.(a). Dr.(a) Livia Assis Garcia (presidente-orientadora)

Prof.(a). Dr.(a) José Carlos Cogo (UNIVERSIDADE BRASIL)

Prof(a). Dr(a) Patrícia Gabrielli Vassão Alves Arakaki (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO)

São Paulo, 17 de junho de 2021  
Presidente da Banca Prof(a). Dr(a) Livia Assis Garcia

Houve alteração do Título: sim ( ) não ( x ):

---

---

---

FOLHA DE AUTORIZAÇÃO PARA PUBLICAÇÃO DO TEXTO NA PÁGINA  
UNIVERSIDADE BRASIL E CATÁLOGO DE TESES E DISSERTAÇÕES DA  
CAPES E REPRODUÇÃO DO TRABALHO



**Termo de Autorização**

**Para Publicação de Dissertações e Teses no Formato Eletrônico na Página WWW do Respeetivo Programa da Universidade Brasil e no Banco de Teses da CAPES**

Na qualidade de titular(es) dos direitos de autor da publicação, e de acordo com a Portaria CAPES no. 13, de 15 de fevereiro de 2006, autorizo(amos) a Universidade Brasil a disponibilizar através do site <http://www.universidadebrasil.edu.br>, na página do respectivo Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu*, bem como no Banco de Dissertações e Teses da CAPES, através do site <http://bancodeteses.capes.gov.br>, a versão digital do texto integral da Dissertação/Tese abaixo citada, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira.

A utilização do conteúdo deste texto, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, fica condicionada à citação da fonte.

**Título do Trabalho: "TERAPIA POR FOTOBIMODULAÇÃO EM PONTOS DE ACUPUNTURA ASSOCIADA AO EXERCÍCIO FÍSICO: IMPLICAÇÕES NO TRATAMENTO DA OSTEoarTRITE DE JOELHO".**

Houve alteração do Título: sim ( ) não (X)

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Autor(es):

Discente: **Yuri Victor Barbosa Silva**

Assinatura: *Yuri Barbosa*

Orientador(a): **Profa. Dra. Lívia Assis Garcia**

Assinatura: *Livia Assis Garcia*

Coorientador(a):

Assinatura: *[Assinatura]*

Data: 17/06/2021

## DEDICATÓRIA

Dedico essa dissertação de mestrado a Deus, aos meus pais, minha família, amigos e professores que contribuíram para esse processo.

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, **Ana Tereza Alves Barbosa** e **Jailson Pinto Silva** e a minha amada esposa, **Jhessica Gomes**, pelo amor incondicional e carinho que sempre me proporcionaram, sem ajuda de vocês nada disso teria acontecido. Muito obrigado!

À **coordenação e professores do Programa de Pós-graduação em Engenharia Biomédica da Universidade Brasil, campus Itaquera**, por todo conhecimento transmitido e pela luta constante no desenvolvimento da ciência. Em especial, a Profa. Dra. **Lívia Assis**, sou muito grato pelo conhecimento compartilhado, pelos conselhos e críticas construtivas oferecidas. Muito, muito obrigado. Você é mais do que uma orientadora, é uma referência para mim na vida científica.

**A todos os membros da banca**, por se disponibilizarem avaliar o trabalho e pelas contribuições oferecidas.

À coordenação de aperfeiçoamento de pessoas de nível superior (**CAPES**), pela bolsa concedida durante a execução do mestrado.

Ao prof. **Thiago Rezzo**, pela força na execução da pesquisa, pelo profissionalismo, amizade e competência.

Ao prof. **Osmando Lewerson**, pelo suporte durante a pesquisa.

Aos estagiários, **Rayane Dornelles** e **Thomas Souza**, pelo apoio e competência durante o estudo.

À **Daniele Pires** e **Rossana Pires**, pela organização no agendamento dos pacientes e pela parceria de sempre.

## RESUMO

A osteoartrite do joelho (OAJ) é uma das doenças articulares degenerativa progressiva mais comuns em todo o mundo e também uma das principais causas de incapacidade e danos à qualidade de vida. A terapia de fotobiomodulação (PBMT, do inglês *Photobiomodulation Therapy*) através de laser de baixa intensidade, de forma isolada ou em associação com exercícios físicos tem mostrado ser um tratamento promissora e com bons resultados para diversas doenças crônicas, incluindo as alterações que acometem o sistema articular. O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos da PBMT a laser aplicada em pontos de acupuntura associada a um protocolo de exercício físico resistido no nível de dor em mulheres com OAJ. Foram randomizadas 23 voluntárias em 2 grupos: Grupo controle (Ex): voluntárias foram submetidas a um protocolo de exercício físico resistido; Grupo Fotobiomodulação (ExP): voluntárias foram submetidas a um protocolo de exercício físico resistido associado à PBMT aplicadas em pontos de acupuntura. As intervenções foram realizadas 2 vezes por semana por um período de 6 semanas, totalizando 12 sessões. O programa de exercício consistiu em aquecimento, fortalecimento muscular (flexores e extensores de quadril e joelho, adutores e adutores de quadril) e alongamentos do principais grupos musculares dos membros inferiores (MMII). A PBMT (808 nm, 100 mW, 4 J) foi aplicada em 5 pontos de acupuntura do joelho acometido logo após cada sessão de exercício. Para avaliação e reavaliação foram aplicados a escala numérica de dor (END); questionários de funcionalidade e qualidade de vida (*Western Ontario and MacMaster Universities Osteoarthritis Index* [WOMAC]); funcionalidade (*Lequesne*); testes de desempenho físico (*Timed Up and Go* [TUG], *Short Physical Performance Battery* [SPPB]), força e resistência de membros inferiores (teste de sentar e levantar de 30 segundos). Os resultados mostram que tanto no Ex como no ExP apresentaram um valor menor no nível de dor, maior pontuação nos testes de força e resistência, na funcionalidade, no desempenho físico, mobilidade e equilíbrio e no WOMAC aos seus valores iniciais quando comparado aos valores finais. Entretanto, nenhuma diferença foi observada entre os grupos experimentais. Assim, pode-se concluir que o tanto a PBMT em pontos específicos de acupuntura em associação ao exercício físico, assim como o exercício aplicado isoladamente mostram efeitos analgésicos e exercem efeitos positivos na capacidade física e qualidade de vida em pacientes com OAJ.

**Palavras-chave:** Osteoartrite de joelho; Fototerapia; dor; capacidade física; qualidade de vida



## ABSTRACT

Knee osteoarthritis (OA) is one of the most common progressive degenerative joint diseases worldwide and also a major cause of disability and damage to quality of life. Photobiomodulation therapy (PBMT) through low-level laser, isolated or in association with physical exercise has shown to be a promising treatment and with good results for several chronic diseases, including changes that affect the articular system. The aim of this study was to evaluate the effects of laser PBMT applied to acupuncture points associated with a resistance exercise protocol on the level of pain in women with OA. 23 volunteers were randomized into 2 groups: Control group (Ex): volunteers were submitted to a resistance exercise protocol; Photobiomodulation Group (ExP): volunteers were submitted to a resistance exercise protocol associated with PBMT applied in acupuncture points. The interventions were performed twice a week for a period of 6 weeks, totaling 12 sessions. The exercise program consisted of warming up, muscle strengthening (hip and knee flexors and extensors, hip adductors and abductors) and stretching of the main muscle groups of the lower limbs (lower limbs). PBMT (808 nm, 100 mW, 4 J in) was applied to 5 acupuncture points of the affected knee right after each exercise session. For assessment and reassessment, the numerical rating scale for pain (NRS) was applied; functionality and quality of life questionnaires (Western Ontario and MacMaster Universities Osteoarthritis Index [WOMAC]); functionality (Lequesne); physical performance tests (Timed Up and Go [TUG], Short Physical Performance Battery [SPPB]), lower limb strength and endurance (30-second sit-up test). The results show that both Ex and ExP showed a lower rate of pain, higher scores in the tests of strength and endurance, in functionality, in physical performance, mobility and balance and in WOMAC to its initial rates when compared to the final ones. However, no difference was observed between the experimental groups. Thus, it can be concluded that both PBMT in specific acupuncture points in association with physical exercise, as well as applied exercise in isolated way, show analgesic effects and have positive effects on physical capacity and quality of life in patients with OA.

**Keywords:** Osteoarthritis of the knee; Phototherapy; Pain; Physical capacity; Quality of life

## **DIVULGAÇÃO E TRANSFERÊNCIA DE CONHECIMENTO**

Esse estudo foi realizado em voluntárias que apresentam osteoartrite de joelho (OAJ), uma doença articular crônica e degenerativa associada a dor, redução da capacidade funcional e baixa qualidade de vida. A proposta foi a aplicação de uma terapia por fotobiomodulação (PBMT) a laser em pontos específicos de acupuntura associado à exercícios físicos de reabilitação. A terapêutica proposta mostra-se promover analgesia, melhorar a funcionalidade e qualidade de vida das voluntárias com OAJ. Com a realização do estudo é possível propor que a terapêutica usando luz laser no espectro de radiação infravermelho aplicado em pontos de acupuntura e associado a um protocolo de reabilitação poderiam ser implementados como um tratamento inovador para uma ampla gama de condições de doenças articulares degenerativas.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Delineamento Experimental.....	29
Figura 2 – Ilustração do protocolo de exercício físico.....	32
Figura 3 – Locais de aplicação da PBMT.....	34
Figura 4 – Diagrama de fluxo das voluntárias recrutadas com OAJ.....	36
Figura 5 – Gráfico representativo referente aos lados de comprometimento do joelho com OA.....	37
Figura 6 – Gráfico representativo dos valores da avaliação da Escala numérica de dor (END).....	38
Figura 7 – Gráfico representativo dos valores referente à avaliação do Questionário de WOMAC.....	39
Figura 8 – Gráfico representativo dos valores referente à avaliação do Questionário de Lequesne.....	40
Figura 9 – Gráfico representativo dos valores referente à avaliação do Questionário de SPPB.....	41
Figura 10 – Gráfico representativo dos valores referente à avaliação do teste TGUG.....	42
Figura 11 – Gráfico representativo dos valores referente à avaliação do teste de sentar e levantar em 30 segundos.....	43

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Parâmetros da PBMT.....	33
Tabela 2 – Média dos dados demográficos e antropométrico.....	37

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

END	<i>Escala numérica de dor</i>
GaAIs	<i>Diodo de arsenieto de gálio-alumínio</i>
IL-1 $\beta$	<i>Interleucina 1 beta</i>
IL-6	<i>Interleucina</i>
IMC	<i>Índice de massa corpórea</i>
IPAQ	<i>Questionário Internacional de Atividade Física</i>
LLLT	<i>Laser de baixa intensidade</i>
MEC	<i>Matriz extracelular</i>
MMPS	<i>metaloproteinases de matriz</i>
KOOS	<i>Knee injury and osteoarthritis outcome score</i>
OA	<i>Osteoartrite</i>
OAJ	<i>Osteoartrite de joelho</i>
OARSI	<i>Sociedade Internacional de Pesquisa em Osteoartrite</i>
PBMT	<i>Terapia por fotobiomodulação</i>
REBEC	<i>Registro Brasileiro de Ensaio clínicos</i>
SPPB	<i>Short physical performance battery</i>
TCLA	<i>Transecção do ligamento cruzado anterior</i>
TGUG	<i>Timed get up and go</i>
TNF- $\alpha$	<i>Necrose tumoral</i>
WOMAC	<i>Questionário western ontario and mcmasster universities osteoarthritis</i>

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	16
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	18
2.1 OBJETIVO GERAL .....	18
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	18
<b>3 REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	19
3.1 OSTEOARTRITE DE JOELHO .....	19
3.2 TERAPIA POR FOTOBIMODULAÇÃO (PBMT) .....	21
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	27
4.1 TIPO E LOCAL DE ESTUDO .....	27
4.2 PROCEDIMENTOS ÉTICOS .....	27
4.3 AMOSTRA .....	27
4.4 DESENHO DO ESTUDO E RANDOMIZAÇÃO .....	28
4.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL .....	28
4.5.1 Escala Numérica de Dor (END) .....	29
4.5.2 Questionário <i>Western Ontario And Mccomasster Universities</i> <i>Osteoarthritis (WOMAC)</i> .....	29
4.5.3 Questionário <i>Lequesne</i> .....	30
4.5.4 <i>Short Physical Performance Battery (SPPB)</i> .....	30
4.5.5 <i>Timed Get Up And Go (TGUG)</i> .....	30
4.5.6 Teste de sentar e levantar em 30 segundos .....	30
4.6 INTERVENÇÕES .....	31
4.6.1 PROTOCOLO DE EXERCÍCIO FÍSICO RESISTIDO .....	31
4.6.2 PROTOCOLO DE FOTOBIMODULAÇÃO (PBMT) .....	32
4.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	34
<b>5 RESULTADOS parciais</b> .....	36
5.1 DADOS DEMOGRÁFICOS E ANTROPOMÉTRICOS .....	36
5.2 ESCALA NUMÉRICA DE DOR (END) .....	38
5.3 QUESTIONÁRIO <i>WESTERN ONTARIO AND MCMASSTER UNIVERSITIES</i> <i>OSTEOARTHRITES (WOMAC)</i> .....	38
5.4 QUESTIONÁRIO <i>LEQUESNE</i> .....	39
5.5 <i>SHORT PHYSICAL PERFORMANCE BATTERY (SPPB)</i> .....	40
5.6 <i>TIMED GET UP AND GO (TGUG)</i> .....	41

5.7 TESTE DE SENTAR E LEVANTAR EM 30 SEGUNDOS .....	42
<b>6 DISCUSSÃO .....</b>	<b>44</b>
<b>7 CONCLUSÃO .....</b>	<b>50</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>51</b>
<b>ANEXO A – Parecer Consubstancial do CEP .....</b>	<b>59</b>
<b>ANEXO B – Comprovante de estudo publicado .....</b>	<b>61</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A osteoartrite de joelho (OAJ) é uma doença articular crônica degenerativa complexa com múltiplos fatores de risco e patogênese complexa (Hussain et al., 2016). Caracteriza-se por um processo inflamatório crônico que provoca degeneração da cartilagem articular e outros tecidos periarticulares, como a cápsula articular, meniscos, sinóvia, músculos periféricos e ligamentos (LESPASIO et al., 2019).

A perda progressiva de cartilagem articular, observada na OAJ pode causar dor, edema, fraqueza muscular, associada à instabilidade articular, perda de amplitude de movimento e redução da propriocepção, responsáveis por grande parte das incapacidades funcionais do indivíduo acometido (HAFEZ, et al., 2013; HINMAN et al., 2020). Além disso, dados do *Osteoarthritis Initiative Study* indicaram que a OAJ pode ter um impacto negativo na saúde mental dos indivíduos acometidos (VINA & KWOH, 2018).

De acordo com as estatísticas atuais, cerca de 10% a 25% das pessoas com mais de 60 anos possuem OAJ (HINMAN et al., 2020) e está associada a elevados custos socioeconômicos, o qual envolve gastos diretos com internações e medicações, além de gastos indiretos relacionados ao aumento da morbidade e de sintomas ligados a quadros depressivos e de ansiedade entre os acometidos (FRENCH et al., 2009). Mais seriamente, com a mudança demográfica para uma população mais envelhecida, o número de pessoas com OAJ e despesas financeiras também aumentam proporcionalmente (TURKIEWICZ et al., 2014).

A alta prevalência da OAJ e seu impacto socioeconômico e na qualidade de vida mostram a importância de mais pesquisas cujo os objetivos estão voltados para o desenvolvimento e investigação de estratégias não farmacológicas de prevenção/tratamento para essa condição clínica (BENNER et al., 2019).

Sendo assim, vários recursos terapêuticos têm sido estudados na tentativa de prevenir e/ou reduzir o dano articular, bem como, atenuando os impactos inerentes a OAJ (LU et al., 2010; ZHANG et al., 2008). Dentre esses, vêm se destacando terapia por fotobiomodulação (PBMT, do inglês *Photobiomodulation Therapy*) a laser de baixa intensidade (LLLT- *Low Level Laser Therapy*) utilizados de forma isolada (XIANG et al., 2020; TREVISAN et al., 2020; GENDRON & HAMBLIN, 2018; DIMA et al., 2018) ou em associação com exercício físico



(VASSÃO et al., 2021; VASSÃO et al., 2020; DE PAULA GOMES et al., 2020; ASSIS et al., 2016).

Dentro deste contexto, o propósito do presente estudo foi verificar as implicações clínicas da PBMT a laser aplicada em pontos específicos de acupuntura em combinação com um protocolo de exercício físico resistido no tratamento da OAJ.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Avaliar os efeitos da terapia por fotobiomodulação (PBMT) a laser aplicada em pontos específicos de acupuntura em combinação com um protocolo de exercício físico resistido no nível de dor em mulheres com OAJ.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Verificar a ação dos tratamentos sobre a capacidade física;
- Investigar os efeitos dos tratamentos sobre qualidade de vida.

### 3 REVISÃO DA LITERATURA

#### 3.1 OSTEOARTRITE DE JOELHO

A osteoartrite de joelho (OAJ) é a forma mais comum de doença articular crônica, definida pela degeneração progressiva da matriz extracelular (MEC) do tecido cartilaginoso, remodelamento do osso subcondral e inflamação de todos os tecidos periarticulares, incluindo ligamentos, capsulas, membrana sinovial e meniscos (HUSSAIN et al., 2016; LESPASIO et al., 2019).

A etiologia da doença é multifatorial e os fatores de risco comuns incluem fatores físicos (idade, sexo feminino, obesidade, história familiar) e fatores mecânicos prejudiciais locais (traumas, biomecânica articular alterada e uso ocupacional e/ou recreativo) (HUSSAIN et al., 2011).

Tem sido demonstrado que o estresse mecânico de alta magnitude, fator desencadeador da OAJ, favorece o desequilíbrio entre atividades anabólicas e catabólicas, com predomínio da degradação dos componentes da MEC (SHI et al., 2006). Sabe-se que a fisiopatologia da OA também está relacionada com a capacidade de resposta dos condrócitos frente ao estímulo lesivo. O início do processo de OA é caracterizado pelo aumento da taxa metabólica de condrócitos com subsequente proliferação dos mesmos com objetivo de reparar o tecido lesado (PRITZKER et al., 2006; GOLDRING, GOLDRING, 2006). Desta forma, a tentativa de reparo resulta em desorganização celular, hiper celularidade, condrócitos hipertrofiados, com subsequente morte por apoptose (THOMAS et al., 2007).

Concomitantemente, os condrócitos e células inflamatórias iniciam a síntese de citocinas pró-inflamatórias e oxidantes, responsáveis por iniciar e perpetuar o processo degenerativo articular (PELLETIER et al., 2000). Neste processo, as principais citocinas pró-inflamatórias envolvidas são: o fator de necrose tumoral (TNF- $\alpha$ ), a interleucina 1 beta (IL-1 $\beta$ ) e a interleucina (IL-6) (ASSIS et al., 2015). O aumento da concentração dessas citocinas no tecido cartilaginoso estimula a produção de uma variedade de enzimas proteolíticas, como as metaloproteinases de matriz (MMPs), com destaque para a MMP-13, responsáveis por degradar colágeno e proteoglicanas. Em consequência, há uma redução de colágeno do tipo II e IX e o aumento dos colágenos do tipo I e III, modificando a

qualidade e a função biomecânica da matriz cartilaginosa (GOLDRING & GOLDRING 2006).

Com a progressão da doença, ou seja, na persistência do estímulo lesivo no tecido cartilaginoso, é possível observar alterações morfológicas características de degeneração dos constituintes articulares, identificadas por desorganização e consequente morte de condrócitos, fibrilações e microfissuras da cartilagem, assim como o remodelamento do osso subcondral e presença de osteófitos marginais (GOLDRING & GOLDRING 2006).

Clinicamente, os sintomas da OAJ incluem dor, edema, rigidez, limitação da amplitude de movimento, diminuição na força muscular e progressiva perda funcional (JONES et al., 2012). Terracino *et al.*, (2013) relatam que pacientes com OAJ apresentam uma diminuição significativa da força muscular do joelho, especialmente dos músculos quadríceps associado a redução da acuidade proprioceptiva, fatores que favorecem o aumento da progressão do dano da cartilagem e, conseqüentemente dor articular. Além disso, é possível ser observado um desalinhamento do ângulo do joelho (valgo e varo estático), hipomobilidade, comprometimento do equilíbrio e, até mesmo, deformidade e disfunção articular em alguns casos (AFSAR et al., 2017). Contudo, o principal sintoma da OA é a presença de dor o que conseqüentemente ocasiona baixa qualidade de vida (DRIBAN et al., 2020).

Assim, o impacto na funcionalidade, qualidade de vida e devido a alta prevalência da OAJ exprimem a relevância de pesquisa sobre estratégias de prevenção e de tratamento para essa condição clínica (VITOLINI *et al.*, 2019).

As intervenções farmacológicas existentes para OAJ ainda permanecem insuficientes (HUANG et al., 2018). As estratégias de pesquisa atuais para a modulação terapêutica da OAJ se concentram no alívio da dor (medicamentos modificadores dos sintomas) ou na modificação da doença subjacente com o uso de medicamentos modificadores da osteoartrite (DMOADs) (HELLIO LE GRAVERAND-GASTINEAU, 2009).

Os medicamentos para alívio da dor mais comumente prescritos para a OAJ são os anti-inflamatórios não esteroidais clássicos (AINEs) e inibidores da ciclooxigenase-2 (COXIBs) com índices terapêuticos relativamente estreitos e inícios de ação relativamente pobres em comparação com as injeções de esteroides intra-articulares (OO et al., 2018). Além disso, a população idosa com

OAJ geralmente apresenta várias comorbidades, aumentando o risco de interações medicamentosas e de ocorrência de eventos adversos graves. Por causa dessas limitações, a dor da OA é mal controlada (HELLIO LE GRAVERAND-GASTINEAU, 2009).

Em particular, o tamanho do efeito dos anti-inflamatórios não esteroidais clássicos (AINEs) e inibidores da ciclooxigenase-2 (COXIBs) permanece modesto, com índices terapêuticos relativamente estreitos e inícios de ação relativamente pobres em comparação com as injeções de esteroides intra-articulares (KRASDAL et al., 2018). Além disso, a população idosa com OAJ geralmente apresenta várias comorbidades, aumentando o risco de interações medicamentosas e de ocorrência de eventos adversos graves (SOUZA et al., 2020).

Nas últimas duas décadas, os DMOADs têm se concentrado no mecanismo de ações que visam retardar ou interromper a progressão da destruição da cartilagem articular ou condroproteção. Até o momento, nenhum DMOADs são aprovados pela *Food and Drug Administration* (FDA) ou *European Medicines Agency* (EMA) (HELLIO LE GRAVERAND-GASTINEAU, 2009). Por causa dessas limitações, a dor da OA é mal controlada.

Além disso, apesar dos resultados promissores e avanços em experimentos que utilizam técnicas de engenharia de tecidos para reparo da cartilagem, sua tradução para a prática clínica permanece um desafio (XIANG et al., 2020).

Nesse âmbito, diversas intervenções terapêuticas não farmacológicas vêm sendo recomendado com intuito de prevenir e/ou diminuir o dano articular, bem como, amenizar os impactos inerentes a OAJ, como a PBMT utilizados de forma isolada (SILVA et al., 2021; XIANG et al., 2020; TREVISAN et al., 2020; GENDRON & HAMBLIN, 2018; DIMA et al., 2018) ou em associação com exercício físico (VASSÃO et al., 2021; VASSÃO et al., 2020; DE PAULA GOMES et al., 2020; ASSIS et al., 2018; ASSIS et al., 2016; ASSIS et al., 2015; MILARES et al., 2016).

### 3.2 PBMT E EXERCÍCIO FÍSICO

A PBMT através de lasers (amplificação de luz por emissão estimulada de luz) e LEDs (diodos emissores de luz) consiste na utilização de luz monocromática que penetra no tecido e interage com fotorreceptores celulares (cromóforos) específicos, frequentemente o citocromo C oxidase, localizado na mitocôndria (IV

complexo da cadeia respiratória mitocondrial) e estimulam as propriedades bioquímicas das células. Essa interação ocasiona diversas alterações moleculares responsáveis por aumentar a respiração celular e síntese de adenosina trifosfato (ATP), aumentando a síntese de DNA, RNA e diversas proteínas e enzimas reguladoras do ciclo celular e do sistema antioxidante endógeno (HAMBLIN et al., 2013).

Dentre os principais efeitos descritos na literatura referente à PBMT, pode-se destacar propriedades analgésicas, bioestimulante celular e de modulação do processo inflamatório, qualificando esta irradiação eletromagnética laser e/ou led como modalidades efetiva na busca da reparação tecidual (ASSIS et al., 2012a; ASSIS et al., 2012b; TREVISAN et al., 2020).

Especificamente com relação ao uso da PBMT a laser no tratamento do processo degenerativo do tecido cartilaginoso, por meio de suas propriedades fotoquímicas e fotobiológicas, tem sido estudado por pesquisadores em todo o mundo e seus efeitos positivos tanto na recuperação tecidual como na sintomatologia da doença vêm sendo demonstrado (XIANG et al., 2020; TREVISAN et al., 2020; GENDRON & HAMBLIN, 2018; DIMA et al., 2018).

Baseado no estudo de revisão realizado pelo nosso grupo de estudo, a PBMT promove alterações metabólicas e estruturais e modula o processo inflamatório do tecido cartilaginoso em processo degenerativo, como na OAJ (SILVA et al., 2021). Pesquisas com modelos experimentais de OAJ evidenciaram que a PBMT promove uma série de modificações metabólicas e estruturais do tecido articular (ALVES et al., 2014; BUBLITZ et al., 2014).

Assim, é possível verificar na literatura atual que a PBMT a laser é capaz de exercer um efeito positivo no metabolismo do condrócito, impedindo a sua desorganização, morte por apoptose e conseqüentemente a evolução do processo degenerativo (PRITZKER et al., 2006; THOMAS et al., 2007). Lin et al. (2012), afirmaram que o laser terapêutico no comprimento de onda infravermelho (810 nm) preveniu a degradação do tecido articular e a apoptose de condrócitos, comprovado através da diminuição da expressão da proteína caspase-3 na cartilagem de ratos submetidos à um modelo de indução de OAJ por transecção do ligamento cruzado anterior (TLCA). Assim, acredita-se que a PBMT a laser possa regular a expressão de proteínas apoptóticas e prevenindo a progressão da doença.

Ainda, é relatado que a PBMT a laser é eficaz em aumentar a síntese de componentes da MEC do tecido cartilaginoso como as proteoglicanos (GOTTLIEB et al., 2006) e mucopolissacarídeo (sulfato de condroitina) (LIN et al., 2006). Uma possível explicação para esses achados é que a irradiação com laser foi capaz de estimular os cromóforos dos condrócitos, que podem ter influenciado a fisiologia mitocondrial, afetando subsequentemente a síntese de várias proteínas que compõe a MEC do tecido articular (KARU et al., 2013). Estes resultados estão em concordância com Gottlieb et al. (2006), que também observou um aumento da quantidade de proteoglicanos na cartilagem articular de joelho de coelhos. Utilizando o mesmo modelo experimental, Oliveira et al. (2013) e dos Santos et al. (2014) identificaram que a PBMT a laser (830 nm) foi capaz de melhorar a organização de condrócitos, reduzir as alterações estruturais da superfície articular, minimizando assim o grau de lesão articular. Do mesmo modo, Bublitz et al. (2014) e Oliveira et al., (2013), demonstraram que a PBMT a laser (830 nm) foi capaz de modular a progressão do processo degenerativo da OAJ, evidenciado por uma modulação dos condrócitos, aumento da síntese de proteoglicanos e uma melhor organização estrutural de cartilagem articular em relação ao grupo que não receberam tratamento. Deste modo, a melhor organização estrutural e a menor dano articular observadas descritas nos trabalhos acima, leva-nos a inferir que a PBMT a laser favorece a homeostasia tecidual e modularam a atividade/função dos condrócitos, evitando assim progressão do processo degenerativo em curso.

Um grande número de estudos têm demonstrado que a PBMT a laser é capaz de reduzir o infiltrado inflamatório e enzimas responsáveis pela liberação de fatores quimiotáticos da inflamação, inibir a síntese de citocinas pró-inflamatórias e aumentar os níveis de enzimas antioxidantes em vários modelos de inflamação articular (BUBLITZ et al., 2014; OLIVEIRA et al., 2013). O estudo experimental de Soriano et al., (2006) evidenciaram redução dos níveis plasmáticos de TNF- $\alpha$  de ratos submetidos ao modelo experimental de OA por injeção intra-articular e posteriormente tratado com laser HeNe. Castano et al., (2007), demonstraram que a PBMT a laser (810 nm) reduziu o edema articular, os níveis de citocinas inflamatórias (IL-1 $\beta$  e TNF- $\alpha$ ) e marcadores inflamatórios plasmáticos (PGE2) em OAJ de ratos (induzida por zimosan).

Ademais, atualmente, vários estudos têm evidenciado os efeitos positivos do PBMT a laser sobre as MMPs em modelo experimental de OA de joelho (OLIVEIRA

et al., 2013; SANTOS et al., 2013; ALVES et al., 2014; BUBLITZ et al., 2014). Estes estudos demonstraram uma redução dessas enzimas proteolíticas de colágeno do tipo II após aplicação de irradiação laser.

De maneira similar, estudos clínicos têm demonstrado que a PBMT tem capacidade de reduzir a dor, rigidez articular, edema articular, aumentando o desempenho funcional e melhora da qualidade de vida dos pacientes com OAJ (YURTKURAN et al., 2007; RAYEGANIL et al., 2012; STAUSHOLM et al., 2019). Alghabier et al., (2014) verificaram que 8 sessões de laser infravermelho (850 nm; 48 J/cm<sup>2</sup>, 6 J por ponto) foi eficaz em reduzir a dor e aumentar a habilidade funcional de pacientes com OA de joelho (grau II e III).

Assim como a PBMT, o exercício físico também têm se mostrado uma modalidade terapêutica eficaz, econômica e acessível, além de desempenhar um papel crucial na prevenção e tratamento da OAJ, visto que favorecem o controle da dor, melhora da capacidade funcional e qualidade de vida (FRANSEN et al., 2015).

É conhecido que a homeostasia dos componentes do tecido articular está vinculado ao mecanismo de mecanotransdução, ou seja, força e carga compressiva decorrentes de intervenções terapêuticas têm grande influência na manutenção da cartilagem articular (BARKER *et al.*, 2014). Dessa forma, os exercícios terapêuticos vêm sendo preconizados, visto que os estímulos biomecânicos podem induzir uma cascata de processos moleculares e celulares responsáveis por modular alguns eventos fisiopatológicos decorrentes da OA (KNOBLOCH *et al.*, 2008). No entanto, esta modulação é dependente da magnitude, frequência e duração de forças compressivas aplicadas sobre o tecido articular (VIGNON *et al.*, 2006).

Um número expressivo de estudos experimentais e clínicos têm mostrado o potencial terapêutico dos exercícios físico, com a finalidade de melhor compreender a ação dos mesmos sobre a modulação dos sinais e sintomas da OAJ (GALOIS et al., 2003; VIGNON et al., 2006; CIFUENTES, et al., 2010). No estudo experimental descrito por Galois et al. (2003) mostraram que o exercício moderado em OAJ de ratos, atuou na prevenção da condição degenerativa do tecido cartilaginoso, demonstrado pela redução de condrócitos em apoptose (caspase-3) e formação de fibrocartilagem. Vignon *et al.* (2006) em estudos de OAJ também em modelos animais, mostraram que o exercício físico moderado é capaz de diminuir a expressão de citocinas e mediadores inflamatórios presentes na cartilagem articular.



Estudos clínicos investigando os efeitos do exercício físico na OAJ também vêm mostrando resultados satisfatórios (ZHANG *et al.*, 2010; LI *et al.*, 2016; GOH *et al.*, 2019). Inicialmente, Penninx *et al.* (2001) compararam os efeitos do exercícios aeróbios e exercícios resistidos em idosos com OAJ. Os autores concluíram que tanto os exercícios aeróbios e resistidos podem favorecer as atividades funcionais de idosos com OA de joelho. De maneira similar, Huang *et al.* (2003) investigaram os efeitos de diferentes exercícios (exercícios isocinéticos, exercícios isotônicos e exercícios isométricos) em pacientes com OAJ, sendo que todas as modalidades de exercícios foram capazes de melhorar significativas a dor, incapacidade e aumento da velocidade de deambulação dos voluntários. Gomes *et al.*, (2012), evidenciaram que o treinamento físico (esteira, 3 vezes por semana, durante 12 semanas) em pacientes com OAJ, aumentou a expressão de marcadores plasmáticos responsáveis por controlar e modular o processo inflamatório associada à melhora de parâmetros clínicos, tais como dor, edema e limitação do movimento. Ainda, uma revisão proposta por Masselli *et al.* (2012) demonstrou que para indivíduos com OA de quadril ou joelho, o exercício aquático proporcionou uma maior redução da dor, quando comparado à exercícios em terra, além de ser uma atividade bem aceita, com elevados níveis de adesão, sendo que podem também contribuir com a redução de gordura corporal, melhorar a função física e a capacidade aeróbica do indivíduo acometido.

De acordo com a *American College of Rheumatology (ACR)* e Sociedade Internacional de Pesquisas em Osteoartrite (*Osteoarthritis Research Society International - OARSI*), os exercícios aeróbicos e os exercícios de fortalecimento exercem efeitos benéficos sobre o processo degenerativo do tecido articular, assim como na sintomatologia do indivíduo acometido (ZHANG *et al.*, 2010).

Na busca de uma terapêutica ainda segura para o tratamento da OAJ alguns estudos vêm demonstrando o potencial da associação da PBMT com exercício físico baseado no fato de que a combinação das terapias têm mostrado estimular fatores anabólicos e reduzir mediadores pró-inflamatórios, o que consequentemente ocasiona uma atenuação no dano articular (KHESHI *et al.*, 2014; AL RASHOULD *et al.*, 2014; ALFREDO *et al.*, 2017).

O estudo experimental de Assis *et al.*, 2015, evidenciaram que a associação da PBMT e do exercício aeróbio em esteira foi capaz de melhorar a organização estrutural da cartilagem articular, reduzir o grau de lesão articular e aumentar a

espessura da cartilagem quando comparada à articulação sem tratamento. Além disso, o tratamento reduziu a expressão proteica da citocinas pró-inflamatória IL-1 $\beta$ , da metaloproteinase MMP-13 e do marcador de apoptose de condrócito (caspase-3). Resultados semelhantes foram evidenciados por Milares et al. (2016), mostrando que um programa de exercícios físicos aquático associado à PMBT a laser infravermelho atenuou as alterações morfológicas relacionadas à progressão da OA, assim como foi eficiente em diminuir a expressão de MMP-13 na cartilagem articular.

Em um estudo clínico realizado por Kheshie et al., (2014) identificaram que a PBMT associada a um programa de exercício de fortalecimento por um período de 6 semanas, reduziram a rigidez articular de voluntários com OAJ. De Paula et al. (2018), observaram que PBMT usando um dispositivo de cluster com laser associados a um programa de exercícios físicos tiveram efeitos positivos na redução da intensidade da dor e na funcionalidade entre indivíduos com OAJ. Ainda, De Matos et al. (2018), demonstrou que PBMT associado com programa de exercício físico foi capaz de otimizar a funcionalidade e a marcha em mulheres com OAJ.

Considerando os resultados promissores da PBMT e o exercício físico, utilizados de maneira isolada ou em associação, no tratamento da OAJ, destacamos a importância de novos ensaios clínicos (controlados e randomizados) com a finalidade de investigar os locais mais adequados de aplicação da luz de uma maneira segura e eficaz em portadores de OAJ. Ainda, são escassos os estudos na literatura que utilizaram a PBMT em pontos de acupuntura associada a um protocolo de exercício físico. Para o conhecimento, poucos estudos publicados testaram a eficácia da PBMT quando aplicada a pontos de acupuntura em pacientes com OAJ (SHEN et al., 2009; Yurtkuran et al., 2007), e na maioria das vezes, apenas um ponto de acupuntura foi estimulado. Dessa forma, foi hipotetizado, no presente estudo, que a PBMT a laser aplicadas em pontos específicos de acupuntura associada a um programa de exercício físico seria eficaz em reduzir a dor e conseqüentemente melhorar a funcionalidade e qualidade de vida de mulheres com OAJ. Assim, o presente estudo teve a intenção de avaliar a eficácia da PBMT a laser quando aplicada a cinco pontos de acupuntura em combinação com exercícios em mulheres com OAJ.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 TIPO E LOCAL DE ESTUDO

Trata-se de um ensaio clínico controlado e randomizado. A pesquisa foi feita na clínica RS Medicina do Bem Estar – na cidade de São Luís/MA.

### 4.2 PROCEDIMENTOS ÉTICOS

O estudo foi aprovado pelo para o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Brasil (Plataforma Brasil), Parecer número: 4.229.135 (anexo A) e foi submetido ao Registro Brasileiro de Ensaio clínicos (REBEC). As voluntárias foram informadas sobre os procedimentos a serem realizados durante a pesquisa e assinaram um Termo de Consentimento e Esclarecimento (TCLE).

### 4.3 AMOSTRA

Este ensaio clínico seguiu as recomendações do CONSORT. Os critérios de inclusão do presente estudo foram: diagnóstico de OAJ graus II e III comprovado por exame radiológico conforme o *American College of Rheumatology* - critério de *Kellgren-Lawrence* (Link et al., 2013); sexo feminino; idade entre 50 a 70 anos; índice de massa corpórea (IMC) entre 22 e 30 kg/m<sup>2</sup>; classificados como pouco ativos e irregularmente ativos segundo critérios estabelecidos pelo Questionário Internacional de Atividade Física – versão curta (IPAQ); disponibilidade de participar do plano de tratamento; sinais clínicos como dor e rigidez articular em pelo menos um dos compartimentos da articulação do joelho (tibiofemoral medial ou lateral e na articulação femoropatelar) (ALTMAN et al., 1986).

Os critérios de exclusão foram: restrição médica que impossibilitem de participar das avaliações do estudo (alterações cardio-respiratórias, reumáticas, neurológicas e vestibulares); artrite sistêmica; índice de massa corpórea maior que 30 Kg/m<sup>2</sup>; OA de quadril sintomática; uso de tratamentos convencionais, não convencionais ou alternativos (acupuntura, fisioterapia e/ou injeções de ácido corticosteróides ou hialurônico intra-articulares durante os últimos 3 meses) que

possam potencialmente ter efeitos nos resultados do estudo e contra-indicação absoluta para aplicação da irradiação (neoplasias ou fotossensibilidade).

#### 4.4 DESENHO DO ESTUDO E RANDOMIZAÇÃO

As voluntárias foram aleatoriamente randomizadas em 2 grupos através pelo programa *excel* (Microsoft Excel, 2010). Um pesquisador que não participou das avaliações, programas de treinamento e protocolo da PBMT dispôs dentro de envelopes pardos, selados e numerados um papel descrevendo o grupo. Assim, as voluntárias foram aleatoriamente alocados nos grupos:

1) Grupo controle (Ex): voluntárias foram submetidas a protocolo de exercício físico resistido.

2) Grupo Fotobiomodulação (ExP): voluntárias foram submetidas a um protocolo de exercício físico resistido associado à PBMT aplicadas em pontos de acupuntura.

3) Cabe destacar que o tamanho da amostra foi calculada com base em estudos anteriores realizados na área (VASSÃO et al., 2020).

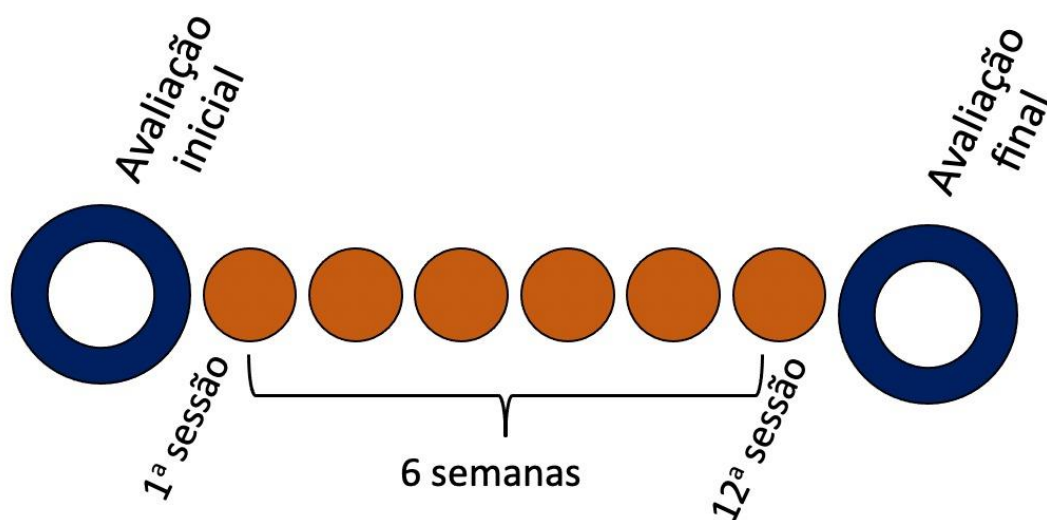
#### 4.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

As voluntárias foram submetidas ao protocolo de exercício, 2 vezes por semana, durante seis semanas de acordo com a *American Geriatrics Society* (2021) e a *American College of Rheumatology* (HOCHBERG et al., 2012) sobre parâmetros de treinamento de exercícios isotônico de fortalecimento e intensidade moderada para pessoas com dor articular. A aplicação da PBMT também seguiu nesta periodicidade após o programa de exercício.

O delineamento experimental (Figura 1) desta pesquisa foi constituído pela avaliação inicial (medidas antropométricas, peso, altura, medicamentos, histórico familiar, etc.) por um fisioterapeuta e avaliação da imagem radiográfica por um médico participante. Após entrada na pesquisa, as voluntárias foram submetidas à aplicação de questionários como: escala numérica de dor (END); questionários de qualidade de vida e funcionalidade (*Western Ontario and MacMaster Universities Osteoarthritis Index* [WOMAC] e *Lequesne*); testes de desempenho físico (*Timed*

*Up and Go* [TUG], *Short Physical Performance Battery* [SBPB]); força e resistência de membros inferiores (teste de sentar e levantar de 30 segundos).

Figura 1 – Delineamento Experimental



Fonte: Autor, 2021

#### 4.5.1 Escala numérica de dor (END)

A intensidade da dor foi avaliada pela END. Esta avaliação consiste em uma reta com 10 cm de comprimento, na qual há apenas a indicação no extremo esquerdo (0) de “ausência de dor” e no extremo direito de (10) “dor insuportável”. Os voluntários apontam, o número que representa sua intensidade atual de dor. Uma pontuação de 0 indica ausência de dor, 1 – 3, dor leve, 4 – 6 dor moderada e 7 – 10 dor intensa. Vale ressaltar que quanto maior a graduação do escore, maior a intensidade de dor.

#### 4.5.2 Questionário *Western Ontario And Mcmasster Universities Osteoarthritis* (WOMAC)

Para avaliação da qualidade de vida foi utilizado o Questionário *Western Ontario and Mc Master Universities Osteoarthritis* (WOMAC), os quais avaliam

(auto-avaliação) dor, rigidez articular e nível de atividade física. Vale ressaltar que quanto maior a graduação do escore, maior o impacto da OA na qualidade de vida (FERNANDES et al., 2003).

#### **4.5.3 Questionário *Lequesne***

A funcionalidade foi avaliada através do Questionário *Lequesne*. O questionário que é um índice composto de 11 questões sobre dor, desconforto e função. As pontuações variam de 0 a 2 e, quanto maior o escore, maior o acometimento. Validado para a língua portuguesa (MARX et al, 2006).

#### **4.5.4 *Short Physical Performance Battery (SPPB)***

O *Short Physical Performance Battery (SPPB)* é um instrumento prático e eficaz na avaliação do desempenho físico e detecção dos riscos futuros de incapacidades do idoso. Avalia o desempenho de membros inferiores em três aspectos: força muscular marcha e equilíbrio (MARCHON et al., 2010).

#### **4.5.5 Timed Up And Go (TUG)**

A mobilidade e o equilíbrio foram avaliados pelo *Timed Get Up and Go (TGUG)*. O teste quantifica o tempo (em segundos), em que a voluntária necessitou para realizar uma tarefa de levantar de uma cadeira, caminhar três metros, virar, voltar rumo à cadeira e sentar novamente. As voluntárias utilizaram um calçado adequado. Uma explicação e demonstração foram fornecidas pelo avaliador e o teste foi realizado uma só vez pelo participante. A altura do assento de aproximadamente 44 cm e altura do apoio dos braços aproximadamente 65cm foram seguidas conforme recomendado na literatura (DOBSON et al., 2013).

#### **4.5.6 Teste de sentar e levantar em 30 segundos**

O teste avalia a força e resistência dos membros inferiores. Para realizar é necessário de: cronômetro, cadeira com encosto e sem braços. Por razões de segurança, a cadeira deve ser colocada contra uma parede, ou estabilizada de

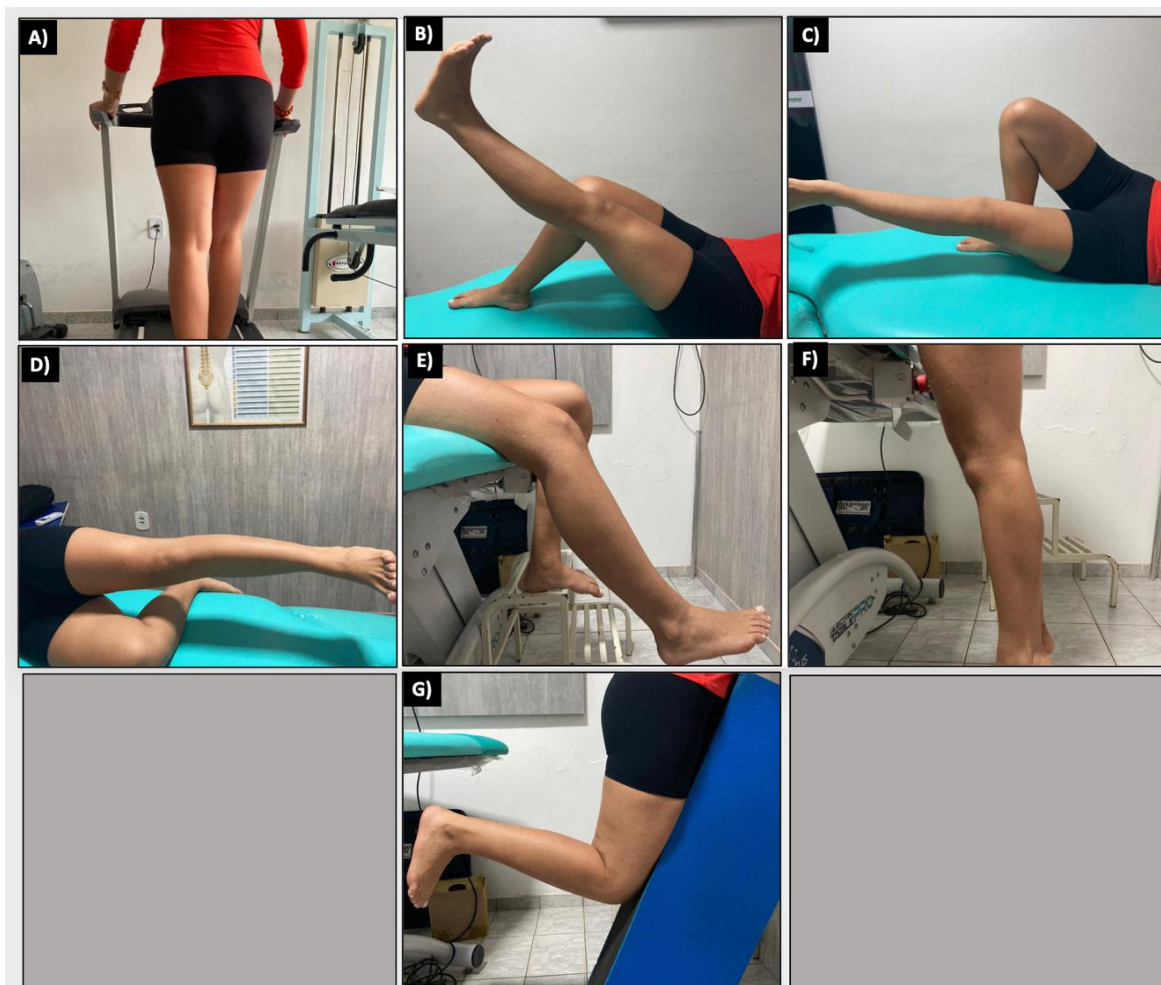
qualquer outro modo, evitando que se mova durante o teste. A voluntária deverá cruzar os braços sob o peito e ao sinal do avaliador a voluntária deve erguer-se e ficar totalmente em pé e então retorna a posição sentada. A voluntária é encorajada a completar tantas ações de ficar totalmente em pé e sentar quanto possível em 30 segundos. Pontuação: a pontuação é obtida pelo número total de execuções corretas num intervalo de 30 segundos. (DOBSON et al., 2013)

## 4.6 INTERVENÇÕES

### 4.6.1 Protocolo de exercício físico resistido

Todos os grupos realizaram o mesmo protocolo de exercícios. Os exercícios foram desenvolvidos de forma supervisionada com duração de 30 minutos cada sessão com base no seguinte protocolo: 1) Aquecimento leve – 5 minutos em esteira ergométrica (60 - 70 rpm); 2) fortalecimento Muscular - 20 minutos incluindo exercícios de para abdutores e adutores de quadril, flexores e extensores de joelho, além de exercícios para os flexores e extensores de quadril. A Figura 2 ilustra o protocolo de exercício para cada grupo muscular; 3) Alongamento – 5 minutos dos principais grupos musculares dos MMII: quadríceps, isquiotibiais e gastrocnêmio (30 segundos para cada grupo muscular). Todos os parâmetros do protocolo de treinamento foram baseados nas recomendações do ACR combinado a melhor evidência de pesquisa (HOCHBERG et al., 2012) e de acordo com os estudos realizados por Vassão et al. (2020). O programa teve duração de 6 semanas consecutivas, 2 vezes por semana. Antes e após cada sessão de treinamento a pressão arterial de cada paciente foi aferida.

Figura 2 – Ilustração do protocolo de exercício físico



Fonte: Autor, 2021.

A) Aquecimento na esteira; B) SLR – seated leg raise ; C) Fortalecimento de adutores; D) SLR lateral; E) Fortalecimento do quadríceps em cadeia cinética aberta; F) Fortalecimento do tríceps sural; G) Fortalecimento dos isquiotibiais. Fonte: autor, 2021.

#### 4.6.2 Protocolo de Fototobiomodulação (PBMT)

A terapia de PBMT foi realizada utilizando uma unidade de laser de baixa intensidade, classe B, com os seguintes parâmetros de irradiação: semicondutor diodo de arsenieto de gálio-alumínio (GaAlAs), comprimento de onda de 808 nm, potência óptica de saída de 100 mW, energia de 4 j por ponto, tempo de 40 segundos por ponto e emissão em modo contínuo. A irradiação foi feita através da técnica pontual, em 5 pontos de acupuntura do joelho acometido, sendo eles SP-



10, Xiyian-lateral, Xiyian medial, SP-9 e SP-36, demonstrado na figura 3 (AL RASHOUD et al., 2014). As sessões de irradiação foram realizadas 2 vezes por semana em um período de 6 semanas, totalizando 12 sessões e, no grupo PBMT a irradiação foi realizada após o protocolo de exercício físico. Os parâmetros da fototerapia que foram utilizados no presente estudo seguiram as recomendações da *World Association for Laser Therapy* (WALT, 2010).

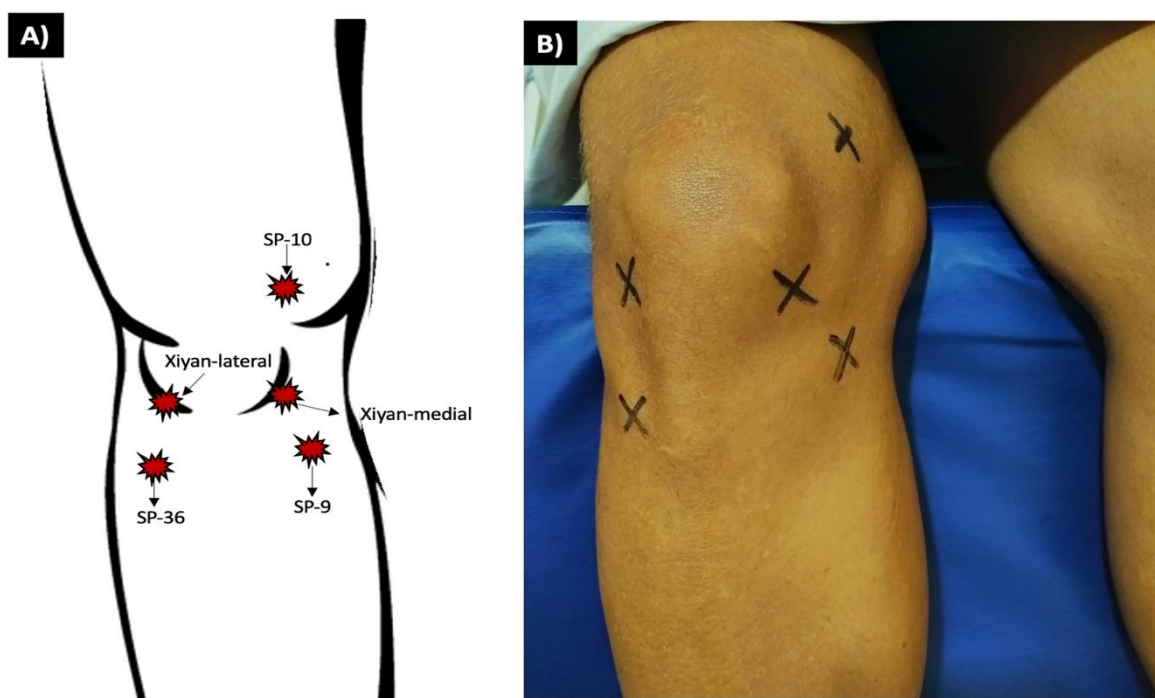
Tabela 1 – Parâmetros da PBMT

<b>COMPRIMENTO DE ONDA</b>	808nm
<b>MODO UTILIZADO – INFRAVERMELHO</b>	Modo de operação contínuo
<b>POTÊNCIA ÓPTICA DE SAÍDA</b>	100 mW
<b>DENSIDADE DE ENERGIA</b>	91 J/ cm <sup>2</sup>
<b>DENSIDADE DE POTÊNCIA</b>	2 W/cm <sup>2</sup>
<b>ÁREA DO SPOT</b>	0,028 cm <sup>2</sup>
<b>ENERGIA POR PONTO</b>	4 joules por ponto
<b>TEMPO DE IRRADIAÇÃO</b>	40 segundos cada aplicação
<b>PONTOS DE APLICAÇÃO</b>	Pontual com contato em 5 pontos (SP-10, Xiyian-lateral, Xiyian medial, SP-9 e SP-36)
<b>ENERGIA TOTAL</b>	20 joules por joelho

Fonte: Autor, 2021.

Com relação aos riscos sobre a técnica, a PBMT por ser uma luz coerente e colimada pode ocasionar riscos de danos oculares. Com objetivo de minimizar este risco, paciente e terapeuta fizeram uso obrigatório de óculos protetor específico para o comprimento de onda infravermelho durante a terapia. Ainda, é importante enfatizar que para evitar contaminação cruzada a cada aplicação, foi utilizado uma película transparente (filme PCV) na ponteira no equipamento de laser. Além disso, foram seguidos os requisitos de segurança para o uso de laser de baixa intensidade segundo a norma técnica brasileira (NBR IEC 60601-2-22).

Figura 3 – Locais de aplicação da PBMT



Fonte: Autor, 2021.

A) Desenho esquemático referente aos 5 pontos de aplicação pontos de aplicação da PBMT (SP-10, Xiyan-lateral, Xiyan medial, SP-9 e SP-36); B) Ilustração dos 5 pontos em uma voluntária.

#### 4.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para análise dos dados utilizou-se as técnicas descritivas, na forma de médias e desvios-padrão. O teste de normalidade de *Shapiro-Wilk's* foi utilizado

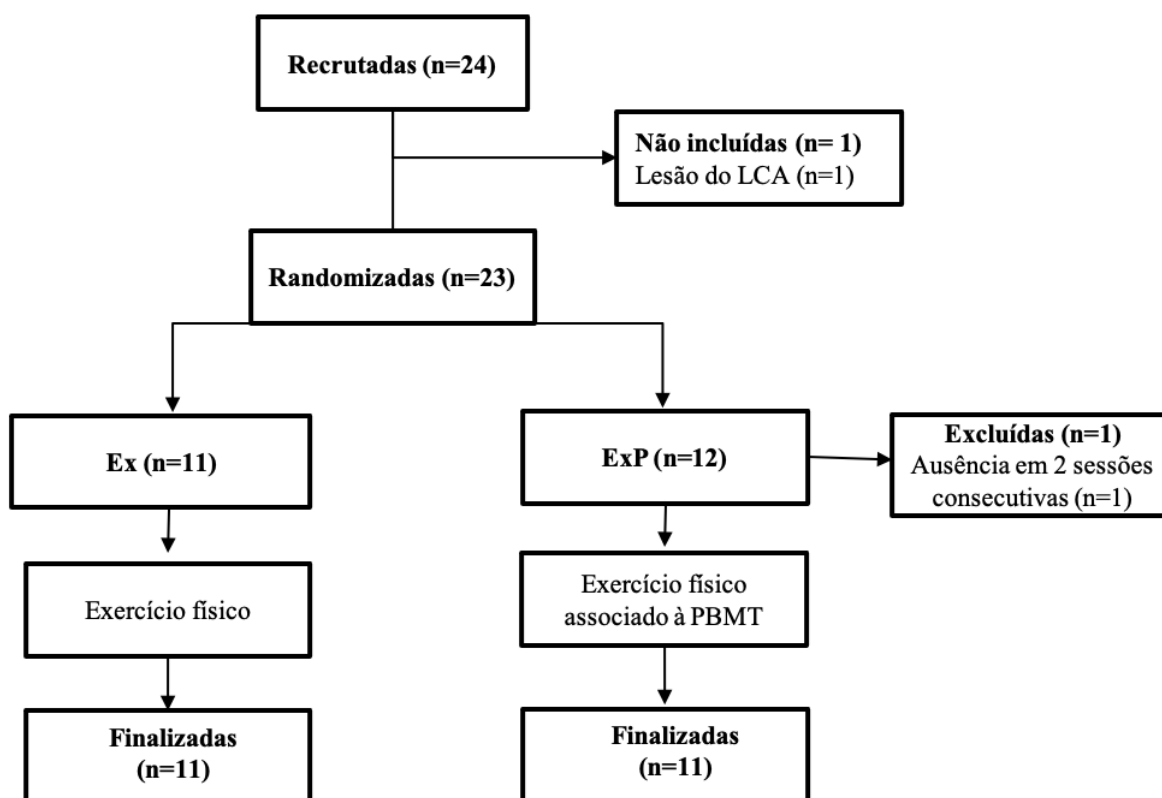
para todas as variáveis. Nos casos em que houve distribuição normal da amostra, as comparações entre os grupos foram feitas utilizando ANOVA com post hoc de *Tukey*. Nos casos não paramétricos, o teste de *Kruskall-Wallis* com post hoc de *Dunn* foi adotado. As análises foram realizadas no software *GraphPad Prism*, versão 6.01(San Diego CA, EUA). Para as conclusões das análises estatísticas foi utilizado o nível de significância de 5 % ( $p \leq 0,05$ ).

## 5 RESULTADOS PARCIAIS

### 5.1 DADOS DEMOGRÁFICOS E ANTROPOMÉTRICOS

Para a realização desse estudo, 24 voluntárias foram recrutadas. Destas, 23 voluntárias foram selecionadas para participar, de acordo com os critérios de inclusão e randomizadas em 2 grupos: Ex e EXP. Durante o período experimental, 1 voluntária foi excluída pois faltou em 2 sessões consecutivas, como demonstrado no diagrama de fluxo (Figura 4).

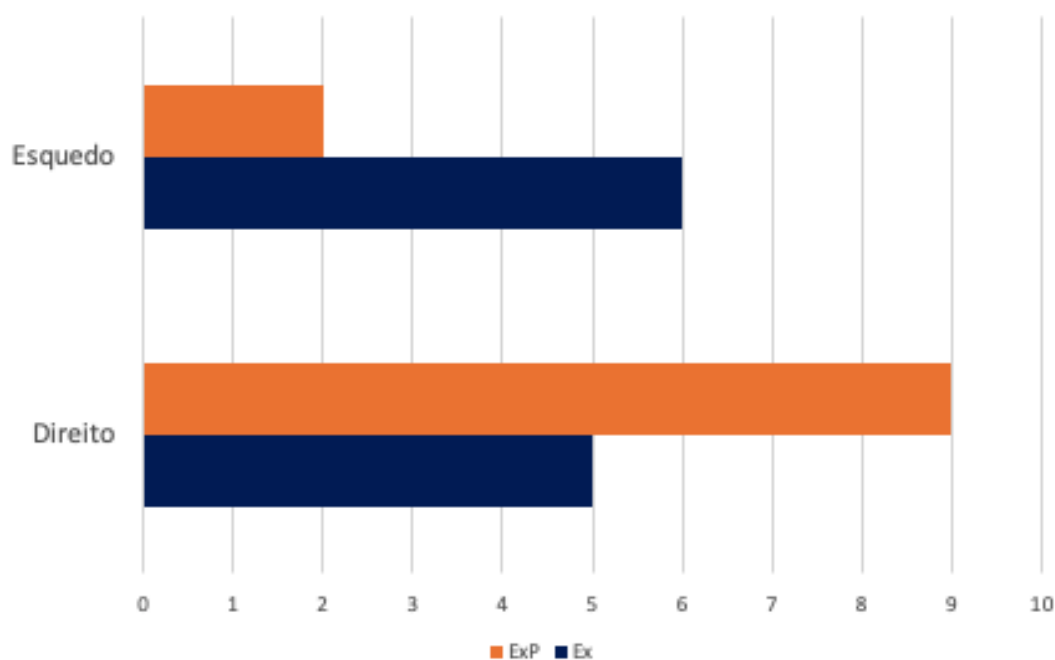
Figura 4: Diagrama de fluxo das voluntárias recrutadas com OAJ



Fonte: Autor, 2021.

Das participantes do grupo Ex, 5 voluntárias apresentaram OA no joelho direito e 6 no esquerdo. No grupo EXP, 9 voluntárias possuíam OA no joelho direito e 2 no joelho esquerdo, conforme demonstrado na figura 5.

Figura 5 – Gráfico representativo referente aos lados de comprometimento do joelho com OA



Fonte: Autor, 2021.

As voluntárias do grupo Ex apresentavam idade média de 64,3 anos, peso 74,78 kg e IMC de 21,76. Já, as voluntárias do grupo ExP apresentavam idade média de 59,6 anos, peso 73,18 e IMC de 20,32. A tabela 2 representa os dados demográficos e antropométricos das voluntárias demonstrados a seguir:

Tabela 2 – Média dos dados demográficos e antropométrico

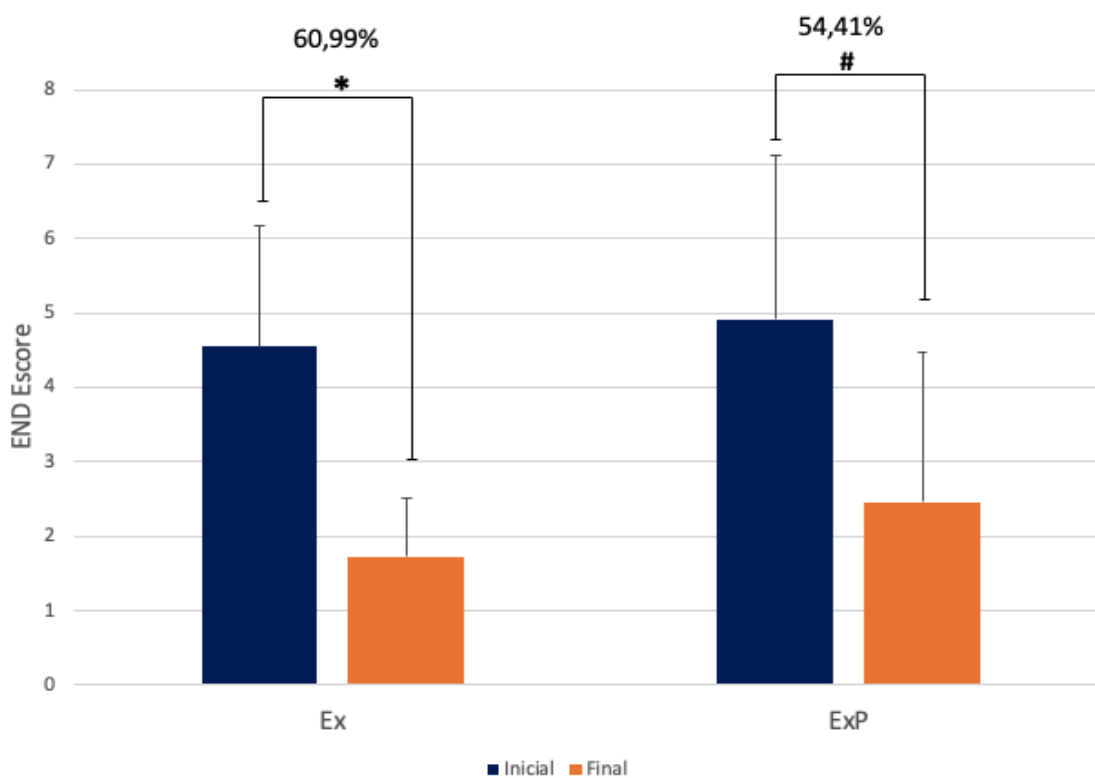
<b>DADOS DEMOGRÁFICOS E ANTROPOMÉTRICOS</b>				
<b>Grupos</b>	<b>Idade (anos)</b>	<b>Peso (Kg)</b>	<b>Altura (m)</b>	<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>
Ex	64,3	74,78	1,71	21,76
ExP	59,6	73,18	1,72	20,32

Fonte: Autor, 2021.

## 5.2 ESCALA NUMÉRICA DE DOR (END)

Em relação aos dados obtidos através da variável END de dor, os resultados do grupo Ex demonstraram uma média de dor inicial de 4,54 e final de 1,72 (60,99% de melhora) e o grupo ExP uma média inicial de 4,90 e final de 2,45 (54,41% melhora). Na figura 6 pode-se observar que houve uma redução significativa da dor em ambos os grupos, sendo 60,99% de melhora no grupo Ex ( $p < 0,0028$ ) e 54,41% no grupo ExP ( $p = 0,0109$ ). Entretanto, não foi possível verificar diferença entre os grupos.

Figura 6 – Gráfico representativo dos valores da avaliação da Escala numérica de dor (END)



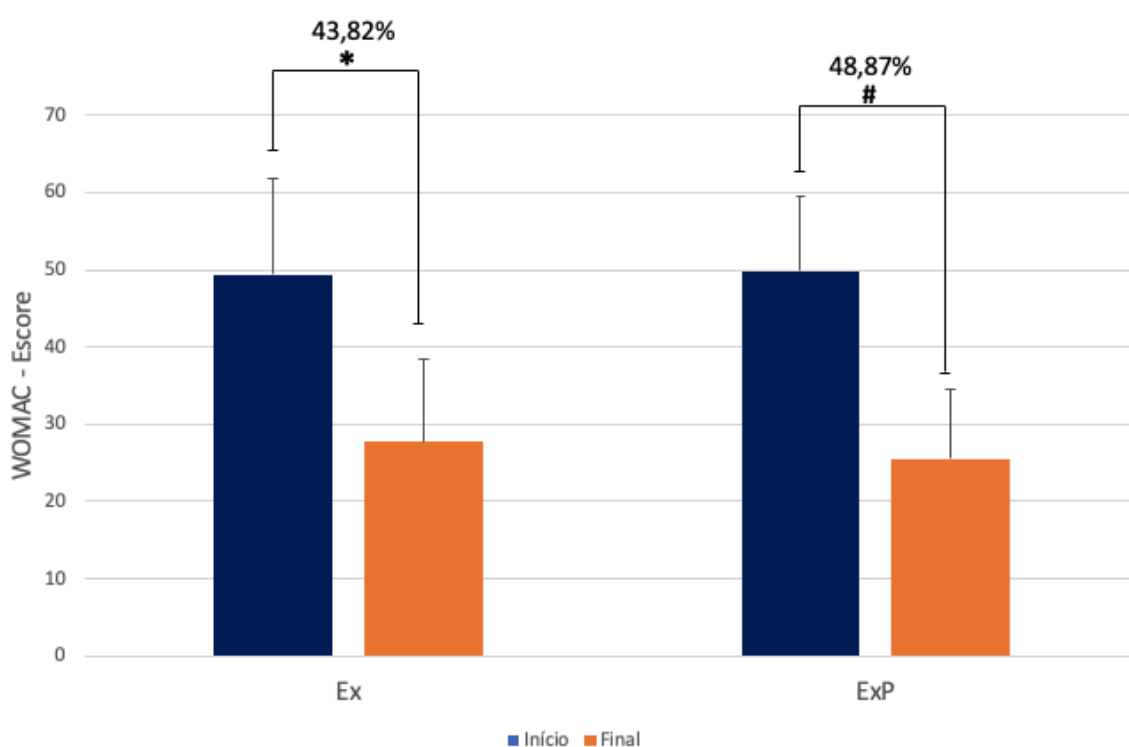
Fonte: Autor, 2021.

## 5.3 QUESTIONÁRIO WESTERN ONTARIO AND MCMASSTER UNIVERSITIES OSTEOARTHRITES (WOMAC)

Os valores referentes ao questionário de qualidade de vida WOMAC demonstrado na figura 7, apresenta, no grupo Ex, um escore inicial médio de 49,44

e final de 27,77 e o grupo ExP apresentou um escore inicial de 49,87 e final de 25,5. Pode-se observar que após os tratamentos houve uma redução no escore em ambos os grupos, sendo 43% (0,0007) de redução no grupo Ex e 48,8% no grupo ExP ( $p = 0.0001$ ). Entretanto, na análise intragrupo não foi possível observar diferença entre os grupos.

Figura 7 – Gráfico representativo dos valores referente à avaliação do Questionário de WOMAC

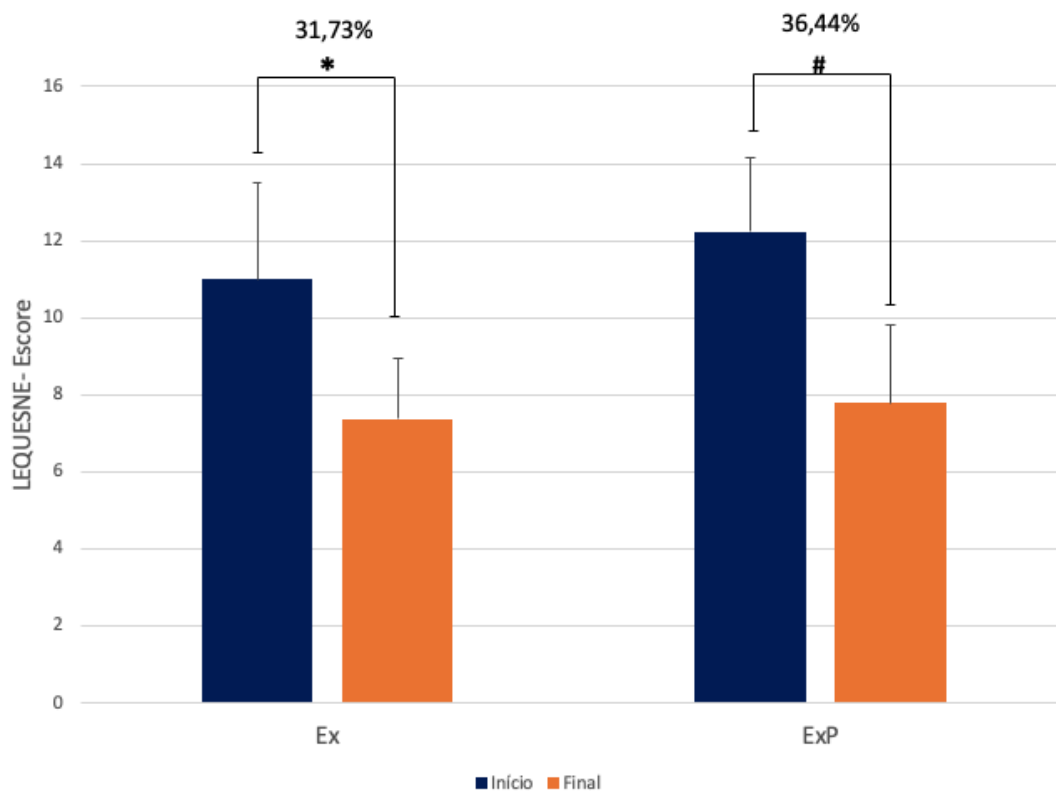


Fonte: Autor, 2021.

#### 5.4 QUESTIONÁRIO LEQUESNE

Os dados do questionário de funcionalidade, representado pela figura 8 mostrou para o grupo Ex pontuação inicial de 11 e final de 7,37 e no grupo ExP a pontuação inicial foi de 12,2 e a final de 7,77. Foi possível observar na figura 8 uma redução do escore após os tratamentos, sendo 31,73% (0,0015) no grupo Ex e 36,44% ( $0 < 0,0001$ ) no grupo ExP.

Figura 8 – Gráfico representativo dos valores referente à avaliação do Questionário de *Lequesne*



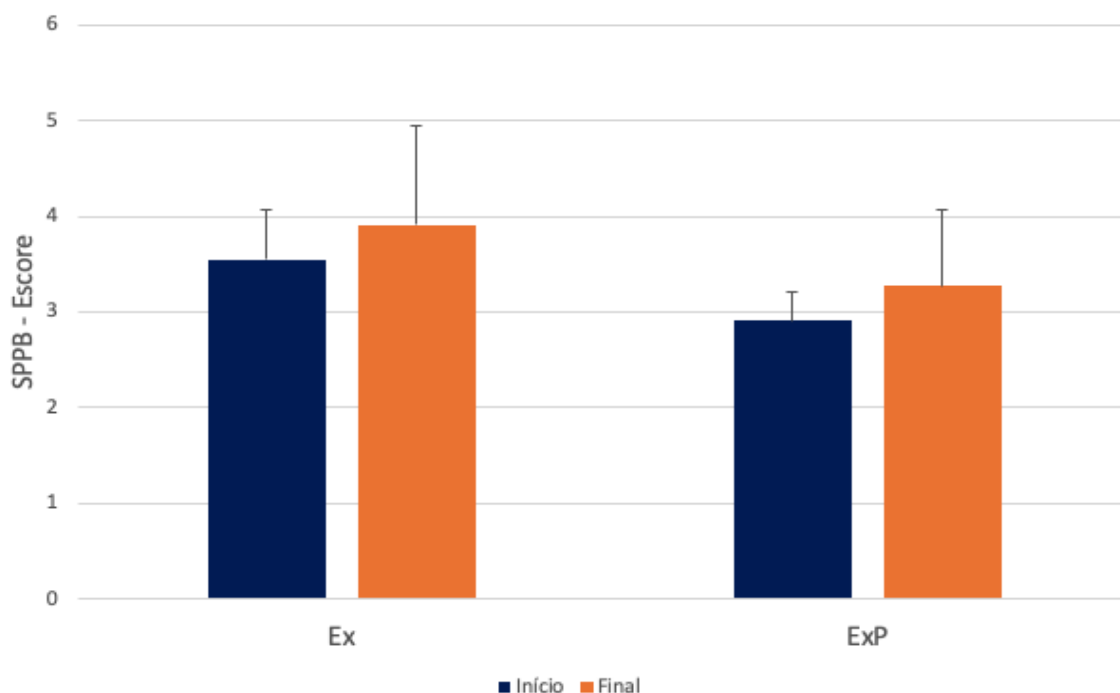
Fonte: Autor, 2021.

### 5.5 SHORT PHYSICAL PERFORMANCE BATTERY (SPPB)

O resultado do teste de desempenho e equilíbrio representado pela figura 9 mostrou pontuação média inicial de 3,5 e final de 3,9 para o grupo Ex e 2,9 inicial e 3,2 final para o grupo ExP. Não foi possível observar diferença entre os tempos e nem entre os tratamentos.



Figura 9 – Gráfico representativo dos valores referente à avaliação do Questionário de *SPPB*.

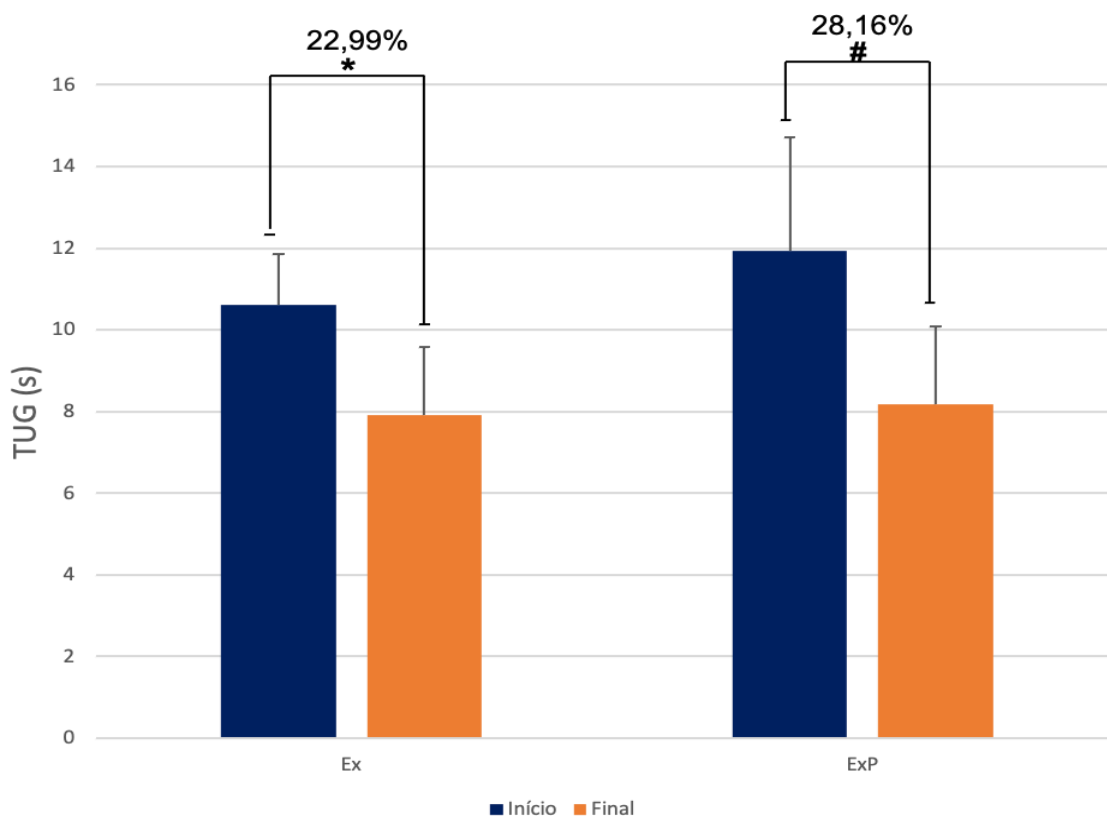


Fonte: Autor, 2021.

## 5.6 TIMED UP AND GO (TUG)

O teste para capacidade física, representado pela variável tempo na figura 10, mostrou para o grupo Ex um tempo inicial médio de 10,61 s para realizar uma tarefa proposta e final de 8 se para o grupo ExP um tempo inicial de 11,95 s e final de 8,18 s. Na análise estatística, observou-se um menor tempo após a realização de ambos os tratamentos, entretanto, não observou-se diferença entre os tratamentos. A análise estatística foi possível verificar uma redução do tempo do teste após ambos os tratamentos sendo 22,99% ( $p = 0.041$ ) no grupo Ex e 28,16% no grupo ExP ( $p = 0.032$ ). Não foi possível observar diferença entre os tratamentos.

Figura 10 – Gráfico representativo dos valores referente à avaliação do teste TUG

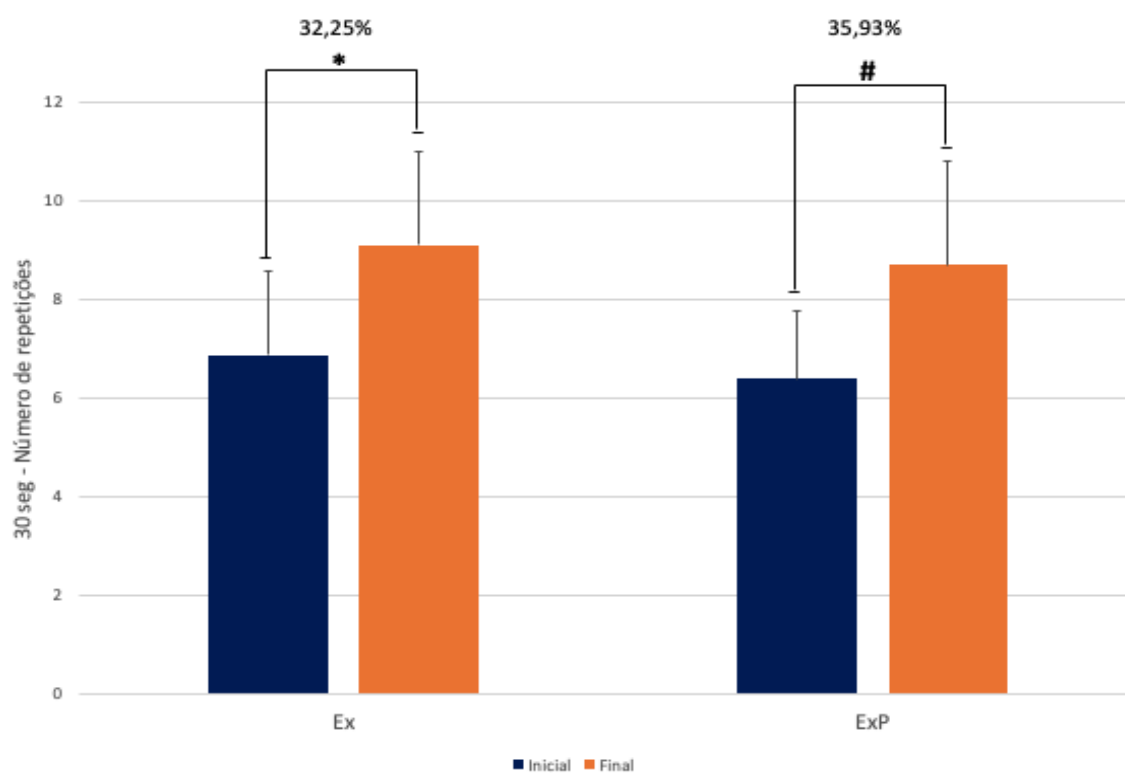


Fonte: Autor, 2021.

### 5.7 TESTE DE SENTAR E LEVANTAR EM 30 SEGUNDOS

Os valores médios referente ao teste de sentar e levantar de 30 segundos pode ser observado na figura 11, obteve média de 6,8 repetições iniciais e 9,11 repetições finais para o grupo EX e uma média de 6,4 repetições iniciais 8,7 finais para o grupo ExP. A análise estatística foi possível verificar um aumento no número de repetições após ambos os tratamentos sendo 32,25% ( $p = 0.0216$ ) no grupo Ex e 35,93% no grupo ExP ( $p = 0.0216$ ). Não foi possível observar diferença entre os tratamentos.

Figura 11 – Gráfico representativo dos valores referente à avaliação do teste de sentar e levantar em 30 segundos



Fonte: Autor, 2021.

## 6 DISCUSSÃO

O presente estudo teve a intenção de avaliar os efeitos da PBMT a laser aplicada em pontos de acupuntura associada a um protocolo de exercício físico resistido no nível de dor em mulheres com OAJ. Os principais resultados mostram que, tanto as voluntárias que receberam PBMT em pontos específicos de acupuntura em combinação com ao exercício físico, assim como as que receberam apenas exercício aplicado isoladamente, apresentaram redução nível de dor, melhora da funcionalidade no questionário de Lequesne, capacidade física no teste de TUG e da qualidade de vida no questionário de WOMAC, seis semanas após os tratamentos. Não foi observado nenhuma diferença entre os grupos experimentais.

Como descrito anteriormente, a OAJ ocorre quando o equilíbrio entre a ruptura e o reparo dos tecidos articulares se torna desestabilizado (HAFEZ, et al., 2013; HINMAN et al., 2020). Os tratamentos farmacológicos frequentemente estão associados a efeitos colaterais graves, visto que a maior população com OAJ tipicamente sofrem comorbidades que aumentam o risco de interações medicamentosas (SOUZA et al., 2020). Como opções de tratamento não farmacológico e não invasivo para OAJ, a ACR e ORASI recomendam a PBMT e o exercício físico (ZHANG et al., 2010). Embora existam comprovações dos efeitos positivos da PBMT na recuperação tecidual da cartilagem articular e na modulação do processo inflamatório da OAJ (XIANG et al., 2020; STAUSHOLM et al., 2019), há uma carência na literatura de estudos abordam os efeitos desta modalidade terapêutica aplicada em pontos específicos de acupuntura em associação com exercício físico em processos artrótico em curso.

Clinicamente, as voluntárias recrutadas nesse estudo apresentavam dor em nível moderado na articulações acometida, limitação funcional e, conseqüentemente, baixa qualidade de vida, avaliadas através dos testes de END, *Lequesne* e WOMAC, respectivamente. De acordo com Vitaloni et al., (2019), a dor crônica comumente afeta pacientes com OAJ, promovendo uma condição grave e debilitante, com redução significativa da função física e da qualidade de vida. Segundo Associação Internacional para o Estudo da Dor, (2020), a mesma é definida como uma experiência sensorial e emocional desagradável associada a dano real ou potencial do tecido. Dessa forma, o alívio da dor continua sendo uma

necessidade médica primária não atendida, com questões relacionadas à segurança e tolerabilidade e maior eficácia (DRIBAN et al., 2020).

Diversas pesquisas mostram que as alterações estruturais (degradação progressiva) e metabólicas evidenciadas no tecido articular durante a OAJ, são mediadas por citocinas inflamatórias, proteases e outros mediadores que intensificam o dano tecidual (WOJDASIEWICZ et al., 2014). Como descrito anteriormente, essas citocinas pró-inflamatórias, tais como TNF- $\alpha$  e IL-1 $\beta$ , exercem efeitos catabólicos sobre o metabolismo dos condrócitos, deprimindo a síntese de proteoglicanos e colágeno tipo II e contribuem para o aumento da síntese e ativação de enzimas proteolíticas, tais como as MMP-13, responsáveis pela degradação dos componentes da matriz da cartilagem (GOLDRING, GOLDRING; 2006). Ainda, essas citocinas estimulam a migração de células inflamatórias para o local da lesão, as quais tendem a produzir quantidades excessivas de outros mediadores inflamatórios (ciclooxigenases do tipo 2 [COX-2], prostaglandina E2, óxido nítrico, radicais livres e outras citocinas inflamatórias), responsáveis por desencadear o quadro algico e, conseqüentemente as demais sintomatológicas (PELLETIER et al., 2000).

No presente estudo, foi possível verificar que tanto a PBMT associado ao exercício, assim como o exercício isolado ocasionaram uma redução significativa da dor após 12 sessões de tratamento e aumentou o escore relacionado a qualidade de vida das voluntárias. Pode ser encontrado na literatura ensaios clínicos que investigaram a eficácia da PBMT quando aplicada em áreas diferentes dos pontos de acupuntura em pacientes com OAJ (NAZARI et al., 2019; de MATOS et al., 2018; de PAULA et al., 2018; KHESHIE et al., 2014; ALFREDO et al., 2012). Evidências apontam que a modulação do processo inflamatório após PBMT promove analgesia e, conseqüentemente, proporciona melhora da função articular relacionado a ganho de amplitude de movimento (GUR *et al.*, 2004; SORIANO *et al.*, 2006). Castano *et al.* (2007) demonstraram que a PBMT a laser 810 nm reduziu o edema articular e a os níveis de citocinas inflamatórias (IL-1 $\beta$  e TNF- $\alpha$ ) e marcadores inflamatórios plasmáticos de animais submetidos ao modelo de OA induzida por zimosan. Ainda, uma redução do infiltrado inflamatório, da expressão de citocinas pró-inflamatórias e da concentração plasmática de proteínas de fase aguda em diferentes modelos experimentais de OA (RUBIO *et al.*, 2012; SORIANO *et al.*, 2009; CAMPANA *et al.*, 2004). Assim, fica evidente que a PBMT a laser é

eficiente em equilibrar a síntese de algumas citocinas anti e pró-inflamatória e reduzir enzimas proteolíticas, inferindo assim uma modulação do processo inflamatório e severidade no quadro doloroso observado na OA (SILVA et al., 2021).

Adicionalmente, os efeitos do programa de exercícios podem ser explicados pelo estímulo biomecânico devido a compressão dinâmica, afetando o metabolismo da cartilagem e a estrutura do tecido por uma resposta de mecanotransdução (BARKER et al., 2014). Estudos *in vitro* e *in vivo* sugerem que esses estímulos moderados de cargas compressivas são suficientes para preservar a integridade da cartilagem, neutralizando os efeitos pró-inflamatórios e catabólicos induzidos por citocinas, exercem efeito anabólico e estimulam o sistema antioxidante endógeno (HELMARK et al., 2010; BARKER et al., 2014). Em um de revisão realizado por Li et al., (2015), observou-se que exercício resistido exerce efeito modulador do dor decorrente da OAJ.

Assim, a redução da dor observadas nos grupos experimentais do trabalho atual podem ser atribuídas às propriedades moduladora do processo inflamatório da PBMT aplicada em pontos específicos da cápsula articular associado com os efeitos positivos decorrente do exercício físico em atenuar enzimas proteolíticas que degradam componentes do tecido articular. Além disso, a analgesia pode ser resultado da estimulação dos pontos de acupuntura, onde a PBMT parece exercer efeitos equivalentes à acupuntura com agulha no nível da pele por meio de um mecanismo inibitório via bloqueio neural (SILBERSTEIN et al., 2013; SOLIGO et al., 2013).

Ademais, a OAJ está diretamente associada a alterações musculoesqueléticas, tais como, atrofia e a fraqueza dos músculos periarticulares (TERRACIANO et al., 2013). É mostrado que os mediadores inflamatórios presentes na cartilagem articular, na presença de doença degenerativa, estimulam o catabolismo muscular, principalmente, pela ativação do sistema ubiquitina-proteossoma (UPS), uma via importante para a degradação da proteína miofibrilar seletiva relacionado com atrofia muscular (AL-NASSAN et al., 2012). Assim, o aumento da inflamação articular e da dor associada com a OA de joelho reduz a utilização dos músculos extensores do joelho, a fim de diminuir a carga e impacto sobre a articulação (BENNEL et al., 2011). A fraqueza muscular, especialmente do quadríceps, torna-se uma das principais repercussões osteomusculares da OA (PETTERSON et al., 2008) e os sintomas desta alteração (dor, edema e

instabilidade articular) estão atribuídos à fraqueza do mesmo (PALMIERI *et al.*, 2010). Dellísola *et al.* (2018) encontraram correlação entre a redução da força isométrica do músculo quadríceps, dor e aumento das incapacidades funcionais em indivíduos com OA de joelho.

A PBMT associada ao exercício físico resistido e o exercício físico isolado realizados nesse estudo mostraram ser capazes de melhorar nos testes de força e resistência, na funcionalidade, no desempenho físico após 12 sessões de tratamento. Esses resultados corroboraram com os achados de Vassão *et al.* (2021), os quais demonstraram que a PBMT associado a um protocolo de exercícios resistido foi capaz melhorar capacidade funcional de mulheres com OAJ. Uma possível explicação da ação da PBMT sobre a recuperação muscular é a capacidade do mesmo estimular a expressão de fatores regulatório miogênicos (ASSIS *et al.*, 2012), envolvidos com o processo de recuperação da atrofia muscular e inibir a via UPS, estimulada na OAJ (ASSIS *et al.*, 2015; NAKANO *et al.*, 2009).

Outrossim, há fortes evidências de que o exercício físico moderado induz uma cascata de processos moleculares e celulares que auxiliam na redução das alterações musculoesqueléticas decorrentes da OA de joelho. Al-Nassan *et al.* (2012), relataram que o exercício de intensidade moderada por 6 semanas, foi eficaz em atenuar a redução da massa muscular e da área de secção transversal da fibra do músculo gastrocnêmio, reduzir a síntese de marcadores moleculares proteolíticos, tais como TNF- $\alpha$ , e atenuar a via de UPS, prevenindo assim a atrofia muscular. Ainda, o exercício físico é capaz de reduzir a síntese de mediadores inflamatórios e proteolíticos presente em doenças articulares crônicas, prevenindo assim a atrofia e fraqueza dos músculos periarticulares. Freitas *et. al* (2012) avaliaram o efeito de um programa de treinamento físico em idosos com OAJ e demonstraram melhora na resposta inflamatória crônica da cartilagem articular e otimizando o desempenho funcional.

Corroborando com os achados do presente estudo, Gur *et al.* (2003) avaliaram a eficácia da PBMT associado ao exercício em voluntários com OAJ, mostrando melhora significativa na dor e na função. De maneira similar, Alfredo *et al.* (2011) estudaram os efeitos da PBMT em combinação com exercícios, identificando que o tratamento foi eficaz na redução da dor e funcionalidade de pacientes com OAJ. Ademais, Alfredo *et al.*, 2017, apontam que os benefícios

imediatos de um programa de tratamento que consiste na PBMT associado a exercícios de fortalecimento supervisionados parecem ser mantidos por seis meses após o finalizar o tratamento. Assim, a combinação da PBMT e exercício minimiza a necessidade a longo prazo do uso de analgésicos em indivíduos com OAJ.

A escolha do comprimento de onda infravermelho utilizado nesse ensaio clínica foi baseado no trabalho de Da Rosa et al., (2012), os quais avaliaram a ação do laser vermelho (606 nm) e infravermelho (808 nm) em modelo experimental de OA induzida por papaína. Os autores encontraram que ambos comprimentos de onda foram eficientes no processo de reparo da cartilagem lesada, entretanto a PBMT com laser infravermelho obteve melhores resultados na redução do exsudato inflamatório, atenuando a síntese de substâncias algogênicas. O estudo de Alves et al., (2013) relataram que o laser infravermelho (808 nm) aplicado no joelho de ratos submetidos ao modelo de OA por papaína, foi eficaz em reduzir citocinas inflamatórias, tais como, IL-1 $\beta$ , IL-6 e TNF- $\alpha$ , correlacionando estes achados com a melhora histológica da cartilagem articular. Não obstante, Dos Santos et al., (2014), utilizando o mesmo modelo de indução de OA por papaína, observaram que uma única aplicação de laser (808 nm) foi eficiente em reduzir células inflamatórias e a expressão gênica de IL-1 $\beta$  e IL-6. Yamaura et al. (2009) demonstraram em seu estudo clínico de pacientes com OAJ, que a PBMT com comprimento de onda de 810 nm, foi capaz de reduzir os níveis de TNF- $\alpha$ , IL-1 $\beta$  e IL-8, favorecendo a redução da dor e dano articular. Dentro deste contexto, a PBMT no comprimento de onda infravermelho é um recurso promissor no tratamento da OAJ e, de acordo com o estudo de Stausholm et al., 2019, as doses de 4 a 8 J por ponto são as frequentemente utilizadas na OAJ.

Com relação ao exercício realizado no presente estudo, acredita-se que o exercício de resistência de baixa intensidade exerçam efeitos positivos da modulação da dor e melhora da função física em pacientes com OAJ (Li et al., 2016). O estudo de Cifuentes *et al.* (2010) evidenciaram que o exercício físico em intensidade moderada na OAJ, é capaz de reduzir a síntese de citocinas pró-inflamatórias (IL-1 $\beta$  e TNF- $\alpha$ ), ocasionar efeitos anabólicos (aumento de colágeno tipo II e proteoglicanos) e aumentar os níveis de enzimas do sistema antioxidantes. Ainda, Goh et al., (2019) em um estudo de revisão sistemática e meta-análise, concluíram que exercícios resistido, aeróbio, de flexibilidade, e aquáticos impactam positivamente na sintomatologia da OAJ e consequente qualidade de vida.



Poucos estudos foram publicados sobre a eficácia da PBMT aplicadas em pontos de acupuntura em pacientes com OAJ. Shen et al. (2009) e Yurtkuran et al. (2007) avaliaram a eficácia de um ponto de acupuntura (ST-35 e SP-9, respectivamente) de irradiação a laser em pacientes com OAJ. Os dois estudos mostraram resultados conflitantes. O estudo de Shen et al. (2009) mostrou melhora significativa na dor, rigidez e função dos pacientes no grupo do laser em comparação com o grupo do laser placebo, enquanto o estudo de Yurtkuran et al. (2007) não verificaram melhora clínica. Em complemento, Al Rashould et al., (2014) realizaram um ensaio clínico para investigar a eficácia da PBMT aplicada a pontos de acupuntura na articulação do joelho em combinação com exercícios pacientes com OAJ. Embora o comprimento de onda infravermelho do laser seja semelhante ao do presente estudo, outros parâmetros e o tipo de exercício usado diferem do presente estudo. Ambos estudos mostram que a aplicação PBMT em pontos de acupuntura em associação com exercícios mostram uma redução da dor e da qualidade de vida.

O presente estudo é o primeiro ensaio clínico a investigar a eficácia da PBMT a laser aplicada em pontos de acupuntura associado a um protocolo de exercício físico resistido em mulheres com OAJ. Sendo assim, a utilização da PBMT a laser aplicada em pontos de acupuntura associado ao exercício físico resistido, assim como seu uso de maneira utilizadas isolada, poderiam ser impostos como modalidades terapêuticas para o tratamento da OA. A adição desses recursos com parâmetros adequados, tornaria a reabilitação mais efetiva e viáveis principalmente por serem métodos não invasivo e também apresenta custos relativamente baixos. Cabe destacar que no presente estudo problemas e limitações foram encontrados, incluindo o tamanho da amostra que encontra-se reduzida devido a dificuldade de recrutamento das voluntárias no período atual da pandemia ocasionada pelo novo o novo Coronavírus (SARS-CoV-2) COVID-19. Dessa forma, existe a necessidade de darmos continuidade a esse estudo com o propósito de realizarmos um estudo clínico controlado e randomizado, contemplando o cálculo amostral previamente definido, e assim elucidarmos com exatidão o potencial terapêutico dessas modalidades propostas para o tratamento da OAJ.

## 7 CONCLUSÃO

Os resultados do presente estudo demonstram que a PBMT em pontos específicos de acupuntura em associação aos exercícios físicos, assim como o exercício aplicado isoladamente mostram efeitos analgésicos e exercem efeitos positivos na capacidade física e na qualidade de vida em pacientes com OAJ. Nenhum efeito adverso foi observado neste estudo. Os resultados deste estudo apoiam a PBMT e o exercício resistido como importantes intervenções adjuntas para o tratamento da OAJ, possivelmente, para outras articulações. Assim, essas modalidades podem ser particularmente relevantes para pacientes que não respondem à terapia medicamentosa, nos quais outras modalidades físicas estão contraindicadas, sofrem efeitos adversos à terapia medicamentosa e/ou que não são candidatos à cirurgia.

## REFERÊNCIAS

AFSAR, Emrah, et al. Use of the finite element analysis to determine stresses in the knee joints of osteoarthritis patients with different Q angles. **Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering**, 2017, 1061-1067.

AL RASHOUD, A. S., et al. Efficacy of low-level laser therapy applied at acupuncture points in knee osteoarthritis: a randomised double-blind comparative trial. **Physiotherapy**, 2014, 100.3: 242-248.

ALFREDO, Patrícia Pereira et al. "Efficacy of low level laser therapy associated with exercises in knee osteoarthritis: a randomized double-blind study." **Clinical rehabilitation**. vol. 26,6 (2012): 523-33.

AL-NASSAN, Saad et al. "Chronic Exercise Training Down-Regulates TNF- $\alpha$  and Atrogin-1/MAFbx in Mouse Gastrocnemius Muscle Atrophy Induced by Hindlimb Unloading." **Acta histochemica et cytochemical**. vol. 45,6 (2012): 343-9.

ALTMAN, Roy, et al. Development of criteria for the classification and reporting of osteoarthritis: classification of osteoarthritis of the knee. **Arthritis & Rheumatism: Official Journal of the American College of Rheumatology**, 1986, 1039-1049.

ALVES, Ana Carolina Araruna, et al. Effect of low-level laser therapy on metalloproteinase MMP-2 and MMP-9 production and percentage of collagen types I and III in a papain cartilage injury model. **Lasers in medical science**, 2014, 29.3: 911-919.

ASSIS, Livia et al. "Low-level laser therapy (808 nm) contributes to muscle regeneration and prevents fibrosis in rat tibialis anterior muscle after cryolesion." **Lasers in medical science**. vol. 28,3 (2013): 947-55.

ASSIS, Livia et al. "Musculoskeletal Atrophy in an Experimental Model of Knee Osteoarthritis: The Effects of Exercise Training and Low-Level Laser Therapy." **American journal of physical medicine & rehabilitation**. vol. 94,8 (2015): 609-16.

ASSIS, Livia, et al. Aerobic exercise training and low-level laser therapy modulate inflammatory response and degenerative process in an experimental model of knee osteoarthritis in rats. **Osteoarthritis and cartilage**, 2016, 24.1: 169-177.

ASSIS, Livia, et al. Interleukin-10 and collagen type II immunoexpression are modulated by photobiomodulation associated to aerobic and aquatic exercises in an experimental model of osteoarthritis. **Lasers in medical science**, 2018, 33.9: 1875-1882.

BARKER, Anna Lucia et al. "Effectiveness of aquatic exercise for musculoskeletal conditions: a meta-analysis." **Archives of physical medicine and rehabilitation**. vol. 95,9 (2014): 1776-86.

BENNER, Rodney W., et al. Knee osteoarthritis: alternative range of motion treatment. **Orthopedic Clinics**, 2019, 50.4: 425-432.

BUBLITZ, Caroline, et al. Low-level laser therapy prevents degenerative morphological changes in an experimental model of anterior cruciate ligament transection in rats. **Lasers in medical science**, 2014, 29.5: 1669-1678.

CASTANO, Ana P., et al. Low-level laser therapy for zymosan-induced arthritis in rats: Importance of illumination time. *Lasers in Surgery and Medicine: The Official Journal of the American Society for Laser Medicine and Surgery*, 2007, 39.6: 543-550.

CUELLAR, Vanessa G., et al. Cytokine profiling in acute anterior cruciate ligament injury. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, 2010, 1296-1301.

DELL'ISOLA, Andrea et al. "Knee extensor muscle weakness and radiographic knee osteoarthritis progression." **Acta orthopaedica**. vol. 89,4 (2018): 406-411.

DIMA, Robert et al. "Review of Literature on Low-level Laser Therapy Benefits for Nonpharmacological Pain Control in Chronic Pain and Osteoarthritis." **Alternative therapies in health and medicine**. vol. 24,5 (2018): 8-10.

DOBSON, Fiona, et al. OARSI recommended performance-based tests to assess physical function in people diagnosed with hip or knee osteoarthritis. **Osteoarthritis and cartilage**, 2013, 21.8: 1042-1052.

DRIBAN, Jeffrey B et al. "Risk factors and the natural history of accelerated knee osteoarthritis: a narrative review." **BMC musculoskeletal disorders**. vol. 21,1 332. 29 May. 2020.

FERNANDES, Marcus Ivanovith. **Tradução e validação do questionário de qualidade de vida específico para osteoartrose WOMAC (Western Ontario McMaster Universities) para a língua portuguesa**. Tese de Mestrado - Universidade Federal de São Paulo - Escola Paulista de Medicina - Reumatologia. São Paulo, 2003. 103p.

FERREIRA, Ricardo Maia; DUARTE, José Alberto; GONÇALVES, Rui Soles. Non-pharmacological and non-surgical interventions to manage patients with knee osteoarthritis: an umbrella review. **Acta Reumatol Port**, 2018, 43.3: 182-200.

FRENCH, Helen P., et al. Exercise and manual physiotherapy arthritis research trial (EMPART): a multicentre randomised controlled trial. **BMC musculoskeletal disorders**, 2009, 10.1: 1-12.

GENDRON, Denis J; MICHAEL, R Hamblin. "Applications of Photobiomodulation Therapy to Musculoskeletal Disorders and Osteoarthritis with Particular Relevance to Canada." **Photobiomodulation, photomedicine, and laser surgery**. vol. 37,7 (2019): 408-420.

GOLDRING, Steven R.; GOLDRING, Mary B. Clinical aspects, pathology and pathophysiology of osteoarthritis. **Journal of Musculoskeletal and Neuronal Interactions**, 2006, 6.4: 376.

GOLDRING, Steven R.; GOLDRING, Mary B. The role of cytokines in cartilage matrix degeneration in osteoarthritis. **Clinical Orthopaedics and Related Research**, 2004, 427: S27-S36.

GOMES, Cid André Fidelis de Paula et al. "Exercise program combined with electrophysical modalities in subjects with knee osteoarthritis: a randomised, placebo-controlled clinical trial." **BMC musculoskeletal disorders**. vol. 21,1 258. 20 Apr. 2020.

GOTTLIEB, Tonio, et al. The influence of irradiation with low-level diode laser on the proteoglycan content in arthrotically changed cartilage in rabbits. **Medical laser application**, 2006, 21.1: 53-59.

GUO, Hua, et al. Comparing different physical factors on serum TNF- $\alpha$  levels, chondrocyte apoptosis, caspase-3 and caspase-8 expression in osteoarthritis of the knee in rabbits. **Joint Bone Spine**, 2011, 78.6: 604-610.

GUR, Ali et al. "Efficacy of different therapy regimes of low-power laser in painful osteoarthritis of the knee: a double-blind and randomized-controlled trial." **Lasers in surgery and medicine**. vol. 33,5 (2003): 330-8.

HAFEZ, Ashraf Ramadan, et al. Treatment of knee osteoarthritis in relation to hamstring and quadriceps strength. **Journal of physical therapy science**, 2013, 25.11: 1401-1405.

HAMBLIN, Michael R. Can osteoarthritis be treated with light? **Arthritis research & therapy**, 2013, 15(5), 120.

HELLIO, Le Graverand-Gastineau MP. OA clinical trials: current targets and trials for OA. Choosing molecular targets: what have we learned and where we are headed? **Osteoarthritis Cartilage**. 2009 Nov;17(11):1393-401.

HINMAN, R. S.; CAMPBELL, P. K.; LAWFORD, B. J. delivered exercise advice and support by physiotherapists improve pain and/or function in people with knee osteoarthritis? Telecare randomised controlled trial. **British Journal of Sports Medicine**, Vol, 54, No. 13, pp. 790-797. 2020.

HOCHBERG, Marc C., et al. American College of Rheumatology 2012 recommendations for the use of nonpharmacologic and pharmacologic therapies in osteoarthritis of the hand, hip, and knee. **Arthritis care & research**, 2012, 64.4: 465-474.

HUANG, Zhengping et al. Current status and future prospects for disease modification in osteoarthritis. **Rheumatology (Oxford)**. 2018 May 1;57(suppl\_4):iv108-iv123

HUSSAIN, S. M., et al. Knee osteoarthritis: a review of management options. **Scottish medical journal**, 2016, 61.1: 7-16.

JAN, Mei-Hwa, et al. Investigation of clinical effects of high-and low-resistance training for patients with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial. **Physical therapy**, 2008, 88.4: 427-436.

JONES, Anamaria, et al. Impact of cane use on pain, function, general health and energy expenditure during gait in patients with knee osteoarthritis: a randomised controlled trial. **Annals of the rheumatic diseases**, 2012, 71.2: 172-179.

KAPOOR, Mohit, et al. Role of proinflammatory cytokines in the pathophysiology of osteoarthritis. **Nature Reviews Rheumatology**, 2011, 7.1: 33-42.

KARSDAL MA et al. Disease-modifying treatments for osteoarthritis (DMOADs) of the knee and hip: lessons learned from failures and opportunities for the future. **Osteoarthritis Cartilage**. 2016 Dec;24(12)

KARU, Tiina. Is it time to consider photobiomodulation as a drug equivalent? **Photomedicine and laser surgery**, 2013, 31(5), 189–191.

KNOBLOCH, Thomas J et al. "Regulation of chondrocytic gene expression by biomechanical signals." **Critical reviews in eukaryotic gene expression**.. vol. 18,2 (2008): 139-50.

LESPASIO, Michelle J., et al. Knee osteoarthritis: a primer. **The Permanente Journal**, 2017, 21, 16-183.

LI, Yanan et al. "The effects of resistance exercise in patients with knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis." **Clinical rehabilitation**. vol. 30,10 (2016): 947-959.

LIN, Hai-Dan, et al. The effect of low-level laser to apoptosis of chondrocyte and caspases expression, including caspase-8 and caspase-3 in rabbit surgery-induced model of knee osteoarthritis. **Rheumatology international**, 2012, 32.3: 759-766.

LIN, Y.-S.; HUANG, M.-H.; CHAI, C.-Y. Effects of helium–neon laser on the mucopolysaccharide induction in experimental osteoarthritic cartilage. **Osteoarthritis and cartilage**, 2006, 14.4: 377-383.

LORD, Stephen R.; MENZ, Hylton B. Physiologic, psychologic, and health predictors of 6-minute walk performance in older people. **Archives of physical medicine and rehabilitation**, 2002, 83.7: 907-911.

MACEDO, Daniela Bezerra, et al. Perspectiva terapéutica de la luz para el tratamiento del coronavirus. Research, **Society and Development**, 2020.

MARCHON, Renata Marques; CORDEIRO, Renata Cereda; NAKANO, Márcia Mariko. Capacidade Funcional: estudo prospectivo em idosos residentes em uma instituição de longa permanência. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, 2010, 13.2: 203-214.

MARX, Felipe C., et al. Tradução e validação cultural do questionário algofuncional de Lequesne para osteoartrite de joelhos e quadris para a língua portuguesa. **Revista Brasileira de Reumatologia**, 2006, 46.4: 253-260.

MILARES, Luiz Paulo et al. "Effectiveness of an aquatic exercise program and low-level laser therapy on articular cartilage in an experimental model of osteoarthritis in rats." **Connective tissue research**. vol. 57,5 (2016): 398-407.

OLIVEIRA, Poliani, et al. Effects of phototherapy on cartilage structure and inflammatory markers in an experimental model of osteoarthritis. **Journal of biomedical optics**, 2013.

ON EXERCISE, American Geriatrics Society Panel, et al. Exercise prescription for older adults with osteoarthritis pain: consensus practice recommendations. A supplement to the AGS Clinical Practice Guidelines on the management of chronic pain in older adults. **Journal of the American Geriatrics Society**, 2001, 808-823.

OO, Win Min et al. Disease-modifying drugs in osteoarthritis: current understanding and future therapeutics. **Expert Opin Emerg Drugs**. 2018 Dec;23(4):331-347.

PALMIERI-SMITH, Riann M et al. "Isometric quadriceps strength in women with mild, moderate, and severe knee osteoarthritis." **American journal of physical medicine & rehabilitation** vol. 89,7 (2010): 541-8.

PARADOWSKI, Przemyslaw T., et al. Knee complaints vary with age and gender in the adult population. Population-based reference data for the Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS). **BMC musculoskeletal disorders**, 2006, 7.1: 1-8.

PELLETIER, Jean-Pierre, et al. Selective inhibition of inducible nitric oxide synthase reduces progression of experimental osteoarthritis in vivo: possible link with the reduction in chondrocyte apoptosis and caspase 3 level. *Arthritis & Rheumatism: Official Journal of the American College of Rheumatology*, 2000, 43.6: 1290-1299.

PERROT, Serge. Osteoarthritis pain. **Best practice & research Clinical rheumatology**, 2015, 29.1: 90-97.

PETTERSON, Stephanie C et al. "Mechanisms underlying quadriceps weakness in knee osteoarthritis." **Medicine and science in sports and exercise**. vol. 40,3 (2008): 422-7.

PRITZKER, Kenneth PH, et al. Osteoarthritis cartilage histopathology: grading and staging. **Osteoarthritis and cartilage**, 2006, 14.1: 13-29.

RAM, Adrian. et al. Exercise and education for knee osteoarthritis—what are accredited exercise physiologists providing? **Musculoskeletal Care**. 2020. 18(4), 425– 433.

RAYEGANI, Seyed Mansour, et al. Therapeutic effects of low level laser therapy (LLLT) in knee osteoarthritis. **Compared to therapeutic ultrasound**, 2012.

RENNER, A. F., et al. The effect of a passive muscle stretching protocol on the articular cartilage. **Osteoarthritis and cartilage**, 2006, 14.2: 196-202.

ROSA, Alessandra Schleder da et al. Effects of Low-level Laser Therapy at Wavelengths of 660 and 808 nm in Experimental Model of Osteoarthritis. **Photochemistry and photobiology**, 2012, 88.1: 161-166.

SANTOS, Solange Almeida dos et al. Comparative analysis of two low-level laser doses on the expression of inflammatory mediators and on neutrophils and macrophages in acute joint inflammation. **Lasers in medical science**, 2014, 29.3: 1051-1058.

SHEN, Xueyong et al. "Effect of combined laser acupuncture on knee osteoarthritis: a pilot study." **Lasers in medical Science**. vol. 24,2 (2009): 129-36.

SHI, Qin, et al. Alterations of metabolic activity in human osteoarthritic osteoblasts by lipid peroxidation end product 4-hydroxynonenal. **Arthritis research & therapy**, 2006, 8.6: 1-14.

SILBERSTEIN, Morry. "Is acupuncture "stimulation" a misnomer? A case for using the term "blockade"." **BMC complementary and alternative medicine**. vol. 13 68. 25 Mar. 2013

SOLIGO, Marzia et al. "Acupuncture and neurotrophin modulation." **International review of neurobiology**. vol. 111 (2013): 91-124.

SORIANO, F., et al. Photobiomodulation of pain and inflammation in microcrystalline arthropathies: experimental and clinical results. **Photomedicine and Laser Therapy**, 2006, 24.2: 140-150.

SOUZA, Clécio Gabriel et al. "Social determinants and other aspects associated with rheumatic diseases in the Brazilian population: a cross-sectional study based on the National Health Survey (PNS2013)." **Archives of public health = Archives belges de sante publique**. vol. 78,1 118. 16 nov. 2020.

STAUSHOLM, Martin Bjørn et al. "Efficacy of low-level laser therapy on pain and disability in knee osteoarthritis: systematic review and meta-analysis of randomised placebo-controlled trials." **BMJ open**. vol. 9,10 e031142. 28 Oct. 2019.

TERRACCIANO, C. et al. Differential features of muscle fiber atrophy in osteoporosis and osteoarthritis. **Osteoporos Int**. v. 24, n. 3, p. 1095-100, 2013.

THOMAS, C. M., et al. Chondrocyte death by apoptosis is associated with cartilage matrix degradation. **Osteoarthritis and Cartilage**, 2007, 15.1: 27-34.

TREVISAN, Eduardo Santos, et al. Effectiveness of Led Photobiomodulation Therapy on Treatment With Knee Osteoarthritis: A Rat Study. **American journal of physical medicine & rehabilitation**, 2020, 99.8: 725-732.

TUNG-WU, Lu, et al. Immediate effects of acupuncture on gait patterns in patients with knee osteoarthritis. **Chinese Medical Journal**, 2010, 123.2: 165-172.



TURKIEWICZ, Aleksandra, et al. Current and future impact of osteoarthritis on health care: a population-based study with projections to year 2032. **Osteoarthritis and cartilage**, 2014, 22.11: 1826-1832.

VASSÃO, Patricia Gabrielli, et al. Association of photobiomodulation therapy (PBMT) and exercises programs in pain and functional capacity of patients with knee osteoarthritis (KOA): a systematic review of randomized trials. **Lasers in Medical Science**, 2021, 1-13.

VASSÃO, Patricia Gabrielli, et al. Level of pain, muscle strength and posture: effects of PBM on an exercise program in women with knee osteoarthritis—a randomized controlled trial. **Lasers in medical science**, 2020, 1-8.

VASSÃO, Patricia Gabrielli, et al. Photobiomodulation via a cluster device associated with a physical exercise program in the level of pain and muscle strength in middle-aged and older women with knee osteoarthritis: a randomized placebo-controlled trial. **Lasers in medical science**, 2020, 35.1: 139-148.

VINA, Ernest R.; KWOH, C. Kent. Epidemiology of osteoarthritis: literature update. **Current opinion in rheumatology**, 2018, 30.2: 160.

VITALONI, Marianna et al. “Global management of patients with knee osteoarthritis begins with quality of life assessment: a systematic review.” **BMC musculoskeletal disorders**. vol. 20,1 493. 27 Oct. 2019.

WOJDASIEWICZ, Piotr; PONIATOWSKI, Łukasz A.; SZUKIEWICZ, Dariusz. The role of inflammatory and anti-inflammatory cytokines in the pathogenesis of osteoarthritis. **Mediators of inflammation**, 2014, 2014.

WORLD ASSOCIATION OF LASER THERAPY (WALT). Consensus agreement on the design and conduct of clinical studies with low-level laser therapy and light therapy for musculoskeletal pain and disorders. **Photomedicine and Laser Therapy**, 2006, 24.6: 761-762.

XIANG, Anfeng, et al. Laser photobiomodulation for cartilage defect in animal models of knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. **Lasers in medical science**, 2020, 35.4: 789-796.

YAMAURA, Maki, et al. Low level light effects on inflammatory cytokine production by rheumatoid arthritis synoviocytes. **Lasers in Surgery and Medicine: The Official Journal of the American Society for Laser Medicine and Surgery**, 2009, 41.4: 282-290.

YURTKURAN, M., et al. Laser acupuncture in knee osteoarthritis: a double-blind, randomized controlled study. **Photomedicine and laser therapy**, 2007, 25.1: 14-20.

ZHANG, W1, et al. OARSI recommendations for the management of hip and knee osteoarthritis: part III: Changes in evidence following systematic cumulative update of research published through January 2009. **Osteoarthritis and cartilage**, 2010, 18.4: 476-499.

ZHANG, WMRNGea, et al. OARSI recommendations for the management of hip and knee osteoarthritis, Part II: OARSI evidence-based, expert consensus guidelines. **Osteoarthritis and cartilage**, 2008, 16.2: 137-162.

## ANEXO A – Parecer Consubstancial do CEP



UNIVERSIDADE BRASIL



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** ANÁLISE COMPARATIVA DOS EFEITOS DA FOTOBIMODULAÇÃO E OZONIOTERAPIA SOBRE A DOR E FUNCIONALIDADE DE INDIVÍDUOS COM OSTEOARTRITE DE JOELHO: ENSAIO CLÍNICO CONTROLADO E RANDOMIZADO

**Pesquisador:** THIAGO CORREIA DA SILVA REZZO

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 34113220.2.0000.5494

**Instituição Proponente:** UNIVERSIDADE BRASIL

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 4.229.135

#### Apresentação do Projeto:

A osteoartrite de joelho (OAJ) é uma doença crônica degenerativa de alta prevalência e causadora de limitação funcional. A fotobiomodulação (PBM) e a ozonioterapia vêm sendo utilizadas como recurso promissor no tratamento da OA de joelho, contudo ainda há uma carência na literatura atual de ensaios clínicos controlados e randomizados a respeito dos melhores parâmetros de utilização desses recursos. O objetivo do presente estudo é avaliar e comparar os efeitos da PBM e ozonioterapia sobre a dor e funcionalidade de indivíduos com OAJ. Para atingir este objetivo será realizado em ensaio clínico controlado e randomizado. Participarão do estudo 60 indivíduos portadores de OAJ (grau II e III), sexo feminino, com idade entre 50 a 70 anos, provenientes da clínica RS Medicina do Bem Estar, localizada na cidade de São Luís – Ma, randomizados em 3 grupos (n= 20): Grupo Controle- Tratamento padrão reabilitador, Grupo Fotobiomodulação (PBM): voluntários serão submetidos a aplicações de laser de baixa intensidade; Grupo Ozonioterapia (OZ): voluntários serão submetidos as aplicações de ozonioterapia. A PBM (808 nm, 100 mW, 4 J) e ozonioterapia (via subcutânea 20 ug/ml com volume de 2 ml por ponto) serão realizadas em bilateralmente em 4 pontos (região medial e lateral) da linha articular do joelho acometido, 2 vezes por semana em um período de 6 semanas, totalizando 12 sessões. Para avaliação dos efeitos do tratamento serão realizadas análises pré e pós-intervenções: índice de dor (EVA); questionários de funcionalidade (Western Ontario and MacMaster Universities Osteoarthritis Index [WOMAC] e

**Endereço:** RUA CAROLINA FONSECA, 235

**Bairro:** ITAQUERA

**UF:** SP

**Município:** SAO PAULO

**Telefone:** (11)2070-0167

**CEP:** 08.230-030

**E-mail:** comite.etica.sp@universidadebrasil.edu.br



UNIVERSIDADE BRASIL



Continuação do Parecer: 4.229.135

colegiado.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

O colegiado acata o parecer do relator considerando o protocolo aprovado.

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1572015.pdf	15/07/2020 10:29:43		Aceito
Outros	cartadeauencia.pdf	15/07/2020 10:12:23	THIAGO CORREIA DA SILVA REZZO	Aceito
Outros	carta_resposta.pdf	15/07/2020 10:11:05	THIAGO CORREIA DA SILVA REZZO	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_revisado.pdf	15/07/2020 10:07:17	THIAGO CORREIA DA SILVA REZZO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_revisado.pdf	15/07/2020 10:07:04	THIAGO CORREIA DA SILVA REZZO	Aceito
Outros	curriculoLiviaAssis.pdf	15/07/2020 10:05:23	THIAGO CORREIA DA SILVA REZZO	Aceito
Outros	CurriculoLattesthiagorezzo.pdf	11/06/2020 08:27:38	THIAGO CORREIA DA SILVA REZZO	Aceito
Folha de Rosto	folhaDeRostoThiagorezzo.pdf	10/06/2020 09:06:49	THIAGO CORREIA DA SILVA REZZO	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

SAO PAULO, 21 de Agosto de 2020

Assinado por:  
**DANIEL SOUZA FERREIRA MAGALHAES**  
 (Coordenador(a))

**Endereço:** RUA CAROLINA FONSECA, 235**Bairro:** ITAQUERA**CEP:** 08.230-030**UF:** SP**Município:** SAO PAULO**Telefone:** (11)2070-0167**E-mail:** comite.etica.sp@universidadebrasil.edu.br

## ANEXO B – Comprovante de estudo publicado

Research, Society and Development, v. 10, n. 1, e59410112072, 2021  
(CC BY 4.0) | ISSN 2525-3409 | DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i1.12072>

### Terapia por fotobiomodulação: mecanismo de ação e importância clínica no tratamento da osteoartrite de joelho

Photobiomodulation therapy: mechanism of action and clinical importance of treating knee  
osteoarthritis

Terapia de fotobiomodulación: mecanismo de acción e importancia clínica del tratamiento de la  
osteoartritis de rodilla

Recebido: 18/01/2021 | Revisado: 23/01/2021 | Aceito: 25/01/2021 | Publicado: 31/01/2021

**Yuri Victor Barbosa Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3297-0119>  
Universidade Brasil, Brasil  
E-mail: [yurifisiocenter@hotmail.com](mailto:yurifisiocenter@hotmail.com)

**Thiago Correia da Silva Rezzo**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5568-7688>  
Universidade Brasil, Brasil  
E-mail: [thiagorezzo@gmail.com](mailto:thiagorezzo@gmail.com)

**Carla Roberta Tim**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4745-9375>  
Universidade Brasil, Brasil  
E-mail: [carla.tim@universidadebrasil.edu.br](mailto:carla.tim@universidadebrasil.edu.br)

**Patrícia Gabrielli Vassão**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8728-1842>  
Universidade Federal de São Paulo, Brasil  
E-mail: [patriciavassao@gmail.com](mailto:patriciavassao@gmail.com)

**Thalita Páez**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4314-0380>  
Universidade Brasil, Brasil  
E-mail: [thalitap@hotmail.com](mailto:thalitap@hotmail.com)

**Lívia Assis Garcia**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8343-3375>  
Universidade Brasil, Brasil  
E-mail: [livia.assis@universidadebrasil.edu.br](mailto:livia.assis@universidadebrasil.edu.br)

#### Resumo

A osteoartrite do joelho (OAJ) é uma das doenças articulares degenerativa progressiva mais comuns em todo o mundo e também uma das principais causas de incapacidade e danos à qualidade de vida. A terapia de fotobiomodulação (PBMT, do inglês *Photobiomodulation Therapy*) através de laser de baixa intensidade (LLLT, do inglês *Low Level Laser Therapy*) tem mostrado ser um tratamento promissora e com bons resultados para diversas doenças crônicas, incluindo as alterações que acometem o sistema articular. Dentro deste contexto, o objetivo deste estudo é proporcionar, por meio de uma revisão narrativa, uma compreensão das evidências atuais disponíveis sobre o mecanismo de ação e importância clínica da PBMT a laser no tratamento da OAJ. As buscas foram realizadas nas bases de dados bibliográficas do *PubMed/MEDLINE*, Biblioteca virtual da saúde (*BVS*), *Web of Science* e *SciELO*. Com base nos estudos revisados por pares, os dados laboratoriais em modelos animais experimentais e estudos clínicos mostram que a PBM é capaz de reduzir a morte de condrócitos, estimular a síntese de componentes da matriz extracelular (MEC), atenuar a liberação de mediadores inflamatórios e proteolíticos presente em doenças articulares crônicas, prevenindo assim a degradação do tecido articular e periarticulares. Consequentemente, clinicamente, pode ser observado melhora da dor, funcionalidade e qualidade de vida do indivíduo acometido com OAJ e tratados com a PBMT a laser. Assim, podemos concluir que a PBMT a laser pode constituir um excelente coadjuvante no tratamento da OAJ, uma vez que é um método não invasivo e também apresenta custos relativamente baixos.

**Palavras-chave:** Osteoartrite; Reabilitação; Laser; Joelho.