



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia



“Análise clínica comparativa da terapia sinérgica de ultrassom e laser e terapias isoladas para tratamento da Fibromialgia”

Juliana da Silva Amaral Bruno

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de MESTRA EM BIOTECNOLOGIA do Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia da Universidade Federal de São Carlos.

Orientador:

Prof. Dr. Vanderlei Salvador Bagnato

Coorientador:

Dr. Antônio Eduardo de Aquino Junior

Bolsista CAPES: 88882.426524/2019-01

**São Carlos - SP
2021**

JULIANA DA SILVA AMARAL BRUNO

“Análise clínica comparativa da terapia sinérgica de ultrassom e laser e terapias isoladas para tratamento da Fibromialgia”

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de MESTRA EM BIOTECNOLOGIA do Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia da Universidade Federal de São Carlos.

Orientador:

Prof. Dr. Vanderlei Salvador Bagnato

Coorientador:

Dr. Antônio Eduardo de Aquino Junior

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Vanderlei Salvador Bagnato
Departamento Física de São Carlos – USP

Profa. Dra. Fernanda de Freitas Anibal
Departamento de Morfologia e Patologia – UFSCar

Profa. Dra. Rosane de Fátima Zanirato Lizarelli
Departamento de Física de São Carlos – USP

São Carlos
2021



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia

Folha de Aprovação

Defesa de Dissertação de Mestrado da candidata Juliana da Silva Amaral Bruno, realizada em 29/07/2021.

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Vanderlei Salvador Bagnato (USP)

Profa. Dra. Fernanda de Freitas Anibal (UFSCar)

Profa. Dra. Rosane de Fátima Zanirato Lizarelli (USP)

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

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

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia especialmente à minha família, pois todos contribuíram para que eu participasse desta fase de muita dedicação aos estudos, de ampliação dos meus conhecimentos e aperfeiçoamento.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por ter me concedido o dom da vida e pela sabedoria enviada para realizar a escolha desta pós-graduação, oportunidade de ampliar mais o conhecimento nesta área, de tal forma qual pude enriquecer o conceito acadêmico e profissional. Deus sempre está comigo! Deus é fiel!

Agradeço especialmente ao Prof. Dr. Vanderlei Salvador Bagnato, não apenas pela orientação, apoio e motivação, mas principalmente pelo incentivo para que eu conseguisse chegar ao término deste trabalho. Ao meu coorientador, Dr. Antônio Eduardo de Aquino Junior, por contribuir ao conhecimento deste programa de pós-graduação e elevar minha experiência acadêmica, profissional e de vida.

Agradeço aos membros da banca examinadora, Profa. Rosane e Profa. Fernanda, por aceitarem participar do processo de avaliação e pelas contribuições enriquecedoras para este trabalho.

Gratidão a minha família, ao meu esposo Danver, grande companheiro e motivador. Obrigada por sempre me incentivar a seguir em frente e pelo orgulho que demonstra sentir pelo meu esforço e trabalho.

Aos meus filhos, Amanda e Enzo, amores da minha vida, por sempre me apoiar nesta jornada de aprendizado e estar presente em todos os momentos.

Gratidão aos meus pais, Maria Helena e Arnaldo, que transmitiram a mim importantes e verdadeiros valores, pela confiança e apoio, e serem minha fonte de inspiração por toda a vida. Gratidão aos meus sogros, Benival e Rosa, que se dedicam muito a mim e aos meus filhos com apoio e carinho.

Agradeço também aos meus familiares e amigos que estiveram presentes torcendo e dando força para a realização desta pós-graduação, mesmo em tempos difíceis. Em especial a minha irmã, Luciana, por sempre me incentivar e acreditar em meu potencial.

Agradeço ao meu amigo, cliente e incentivador, José Carlos Maldonado, que me motivou e me direcionou a retornar aos estudos e em todo o período deste trabalho. Às amigas Alessandra Keiko e Karen Laurenti por me apoiar, incentivar e orientar com paciência em muitos momentos durante esse período de aprendizado.

Agradeço a todas as voluntárias que se dispuseram de seu tempo para colaborar para a realização deste projeto e sem elas não seria possível a execução do mesmo.

Enfim, obrigada a todos que de alguma forma me auxiliaram, não apenas neste trabalho, mas na caminhada da vida.

"O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001 pela bolsa recebida deste órgão".

Agradeço também a todas as agências de fomento que investiram neste projeto como o CNPQ e EMBRAPA.

Bruno, Juliana da Silva Amaral. **Análise clínica comparativa da terapia sinérgica de ultrassom e laser e terapias isoladas para tratamento da Fibromialgia.** 2021. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Biotecnologia) – UFSCar, São Carlos, 2021.

RESUMO

Fibromialgia é uma síndrome dolorosa musculoesquelética, difusa e crônica, que acomete principalmente mulheres. No Brasil apresenta-se em 2,5% da população e além da sensação dolorosa generalizada outros distúrbios são associados como sono não reparador, fadiga, alterações cognitivas, ansiedade e depressão, entre outros. Hoje ainda não há exames específicos para o diagnóstico devido o desconhecimento da sua etiologia, os tratamentos são guiados pela sintomatologia. Os tratamentos podem ser farmacológicos e/ou não-farmacológicos. No entanto, a fisioterapia se faz presente na área de ciências da saúde para diminuição de episódios dolorosos, inflamatórios e recuperação e manutenção da integridade física. A utilização de equipamentos como o ultrassom terapêutico, é o recurso mais empregado na fisioterapia para distúrbios inflamatórios do sistema musculoesquelético. Outro equipamento, que vem ganhando destaque, na reabilitação é o laser de baixa intensidade e apresenta múltiplos efeitos e indicações de forma puntual e até mesmo sistêmica. Nesse sentido, pesquisadores do IFSC/USP associaram as duas técnicas de tratamento em um só equipamento, oferecendo aos pacientes a terapia sinérgica do ultrassom e laser. Com o avanço tecnológico do dispositivo e analisando o estudo de Albrecht et al (2013), que identificou o aumento de terminações nervosas ao redor de vasos sanguíneos nas palmas das mãos, especificamente na região hipotenar, foi o que nos motivou a iniciar o estudo com pacientes portadores de fibromialgia aplicando o tratamento nas palmas das mãos. Assim, o objetivo deste trabalho foi analisar os efeitos sobre a dor, a qualidade de vida e qualidade do sono, depressão, ansiedade e atividade física desses pacientes, separando o estudo em três grupos de tratamento: Grupo Laser, Grupo Ultrassom e Grupo Ultrassom + Laser, sendo avaliados no pré e pós-tratamento imediato, e 30 dias após o término do tratamento. A aplicação foi realizada com o protótipo que possibilita a utilização somente do laser ou ultrassom, ou conjugar as duas técnicas. O protocolo de intervenção foi realizado com 10 sessões no total, na frequência de 3 vezes por semana em dias alternados, e o tempo de aplicação foi de 3 minutos em cada palma da mão, em todos os grupos. Os resultados superaram as expectativas. Os grupos de terapias isoladas, laser e ultrassom, tiveram resultados semelhantes, inferiores à 70%, no pós-tratamento imediato, porém o grupo que recebeu terapia sinérgica obteve resultado de 92,32% na redução da dor. A qualidade de vida no grupo de terapia sinérgica otimizou 72,37% e as terapias isoladas inferiores à 59%. Desta forma, o Grupo Ultrassom + Laser após 30 dias do término do tratamento apresentou-se 100% e 98,23% de eficácia dos resultados finais, em relação à dor e qualidade de vida, respectivamente. Conclui-se que o efeito sinérgico de ultrassom e laser nas palmas das mãos de pacientes com fibromialgia apresentam resultados satisfatórios correspondentes a melhora da dor e a qualidade de vida no pós-tratamento imediato e a médio prazo, além disso, esses resultados influenciam diretamente na redução da ansiedade e depressão, e conseqüentemente, aprimoram a qualidade do sono e a capacidade de realização da atividade física.

Palavras-chave: Fibromialgia, Sinergia, Ultrassom, Laser.

Bruno, Juliana da Silva Amaral. **Comparative clinical analysis of synergistic therapy of ultrasound and laser and isolated therapies for the treatment of Fibromyalgia.** 2021. Dissertation (Graduate Program in Biotechnology) – UFSCar, São Carlos, 2021.

ABSTRACT

Fibromyalgia is a diffuse and chronic musculoskeletal pain syndrome that affects mainly women. In Brazil, it is present in 2.5% of the population and, in addition to the generalized painful sensation, other disorders are associated with non-restorative sleep, fatigue, cognitive changes, anxiety and depression, among others. Today, there are no specific exams for diagnosis due to lack of knowledge of its etiology, treatments are guided by symptoms. Treatments can be pharmacological and/or non-pharmacological. However, physiotherapy is present in the area of health sciences to reduce painful and inflammatory episodes and to recover and maintain physical integrity. The use of equipment such as therapeutic ultrasound is the most used resource in physical therapy for inflammatory disorders of the musculoskeletal system. Another piece of equipment, which has been gaining attention in rehabilitation, is the low-intensity laser, which has multiple effects and indications in a punctual and even systemic way. In this sense, a researcher from the IFSC / USP joined together as two treatment techniques in a single equipment, offering patients a synergistic ultrasound and laser therapy. With the technological advance of the device and analyzing the study by Albrecht et al (2013), which identified the increase in nerve endings around blood vessels in the palms of the hands, specifically in the hypothenar region, it was what motivated us to start the study with fibromyalgia patients applying the treatment on the palms of the hands. Thus, the aim of this study was to analyze the effects on pain, quality of life and sleep quality, depression, anxiety and physical activity in these patients, separating the study into three treatment groups: Laser Group, Ultrasound Group and Ultrasound + Laser Group, being taken in the immediate pre- and post-treatment, and 30 days after the end of the treatment. The application was carried out with the prototype that allows the use only of laser or ultrasound, or combining the two techniques. The intervention protocol was carried out with 10 sessions in total, at a frequency of 3 times a week on alternate days, and the application time was 3 minutes in each palm, in all groups. The results exceeded expectations. The isolated therapy groups, laser and ultrasound, had similar results, less than 70%, in the immediate post-treatment, but the group that received synergistic therapy had a result of 92.32% in pain reduction. Quality of life in the synergistic therapy group optimized 72.37% and isolated therapies below 59%. Thus, the Ultrasound + Laser Group, 30 days after the end of treatment, showed 100% and 98.23% efficacy of the final results, in relation to pain and quality of life, respectively. It is concluded that the synergistic effect of ultrasound and laser on the palms of patients with fibromyalgia have satisfactory results corresponding to improvement in pain and quality of life in the immediate and medium-term post-treatment. Furthermore, these results directly influence the reduction of anxiety and depression, and consequently, improve the quality of sleep and the ability to perform physical activity.

Keywords: Fibromyalgia. Synergy. Ultrasound. Laser.

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1– Introdução

- Figura 1.1** “Tender points” segundo os critérios de classificação de 1990 para fibromialgia (The Three graces, after Baron Jean-Baptiste Regnault, 1793, Louvre Museum, Paris). Figura adaptada (WOLFE et al., 1990) 22
- Figura 1.2** Mecanismo e vias da dor no Sistema Nervoso Periférico e Central (OLIVEIRA, 2019) 26
- Figura 1.3** Profundidade de Penetração Óptica (Fonte: BAROLET, 2008). 33

Capítulo 2 – Materiais e Métodos

- Figura 2.1** Em **A**, apresentação do protótipo pioneiro de ultrassom e laser produzido pela empresa MM Optics®, São Carlos, Brasil, e a possibilidade dos parâmetros que são modulados através da potência (W/cm^2); tempo (minutos); frequência principal (MHz); frequência secundária (Hz); laser 660 (nm) e laser 808 (nm). E em **B** é visualizado a tela inicial para definir modo do ultrassom. Em **C**, demonstra o transdutor do aparelho conectado a energia elétrica, a ERA ultrassônica apresenta 2,6 cm diâmetro e no centro a fonte luminosa. 37
- Figura 2.2** Maleta de diagnóstico, espectrofotômetro da região do visível e infravermelho próximo (aproximadamente de 350 nm à 1000 nm). Marca Ocean Optics, USB- 2000. Programa OOI Base. 39
- Figura 2.3** Vista lateral do phantom com superfície irregular e vista superior do *phantom* com superfície lisa. 40
- Figura 2.4** Fototipos que receberam aplicação da luz vermelha do protótipo para análise da absorção e espalhamento, aplicação do laser na face anterior nas regiões de terço médio do braço distal e palma da mão esquerda, análise de ambos em face medial do membro superior esquerdo. Em **A** e **B**, fototipo II (pele clara). Em **C** e **D**, fototipo IV (pele cor média). Em **E** e **F**, fototipo VII (pele negra) 41
- Figura 2.5** Em **A**, anatomia da palma da mão esquerda com principais vasos, nervos, tendões e músculos (Fonte: Revista Fisioterapia para Todos). Em **B**, demonstração dos dermatômos de C6, C7, e C8, originados da coluna vertebral. Em **C**, representação das regiões numeradas, sendo 1 carpo, 2 tenar, 3 metacarpo e 4 hipotenar. E em **D**, demonstração da aplicação em todos os grupos e a região em destaque demonstra o local e a movimentação do transdutor durante a aplicação do protótipo (Fonte: Elaborada pelo autor). 48

Capítulo 3 – Resultados e Discussão

- Figura 3.1** Equipamento conectado á fonte de energia com Led violeta e o espectro respectivo. 50

Figura 3.2	Espectro com representação do Led Violeta, Laser Vermelho 660 nm, Laser Infravermelho 808 nm e Laser 660 + 808 nm.	51
Figura 3.3	Emissão luminosa do laser vermelho em face lisa do <i>phantom</i> bege e branco. Em A e B , é possível verificar a diferença de espalhamento nos <i>phantoms</i> , em A ocorre absorção e pouco espalhamento e B ocorre espalhamento em quase o <i>phantom</i> todo. Em C e D , através do programa Python é possível tratar e analisar a imagem calculado em pixels é nítido que o <i>phantom</i> bege houve penetração de 15 mm, enquanto que em C aproximadamente 25 mm com a mesma fonte de luz.	52
Figura 3.4	Apresentação da penetração do laser vermelho no <i>phantom</i> bege em A com gel e em B sem gel. Com o tratamento da imagem e análise em pixels no programa Python em C e D é possível verificar que o gel deixa o feixe luminoso mais focalizado, com menos espalhamento lateral.	53
Figura 3.5	Distribuição da luz na palma da mão em três tipos de pigmentações da pele (fototipos), foi realizado tratamento da imagem e análise em pixels no programa Python. Não há diferença significativa na avaliação visual sem e com gel condutor. Fototipo IV apresenta distribuição similar ao <i>phantom</i> da cor da pele.	54
Figura 3.6	Distribuição da luz em 3 tipos de pigmentações da pele. Cada tipo de pigmentação teve distribuições diferentes através da análise em pixel pelo programa Python.	56
Figura 3.7	Dados obtidos com desvio padrão do limiar de dor através da EVA, o Grupo Ultrassom + Laser apresenta diferença significativa para os grupos laser e ultrassom ** $p < 0,01$.	59
Figura 3.8	Dados obtidos em média e desvio padrão dos pontos dolorosos pela EMD, em cada grupo no pré e pós-tratamento. Diferença estatística, sendo * $p < 0,05$ entre os grupos Ultrassom + Laser vs Laser e Ultrassom + Laser vs Ultrassom.	61
Figura 3.9	Análise da qualidade de vida (%) através do FIQ com desvio padrão, Laser vs Ultrassom ** $p < 0,01$, Laser vs Ultrassom + Laser **** $p < 0,0001$, e Ultrassom vs Ultrassom + Laser * $p < 0,05$.	62
Figura 3.10	Frequência média de indivíduos (%) nas classificações do Índice de Qualidade do Sono de Pittsburg. Em A distúrbio do sono inicial e final ao tratamento nas três intervenções. Em B apresentação dos indivíduos com qualidade de sono ruim, diferença estatística no final do tratamento no G. Laser vs G. Ultrassom+Laser ** $p < 0,01$. E por fim, em C indivíduos que apresentaram qualidade de sono boa, ao final do tratamento G. Laser vs G. Ultrassom+ Laser e G. Ultrassom vs G. Ultrassom + Laser ** $p < 0,01$ em ambos.	63
Figura 3.11	Classificação média de depressão (%), através do BDI, nos diferentes grupos tratados pré e pós-tratamento. Em A , depressão severa teve grande representação antes do tratamento em todos os grupos e após não houve. Em B , em depressão moderada inicialmente houve grande expressão, porém no final do tratamento somente no Grupo Ultrassom. Em C , depressão leve houve diferença entre os grupos Laser e Ultrassom	67

+Laser, inicialmente $*p < 0,05$. E em **D**, diferença estatística ao final entre os grupos Laser e Ultrassom vs Ultrassom + Laser $*p < 0,05$.

- Figura 3.12** Classificação média de ansiedade (%) com desvio padrão, pelo BAI, nos diferentes grupos tratados pré e pós-tratamento. Em **A**, ansiedade severa apresenta diferença estatística nos grupos Ultrassom e Ultrassom + Laser, vs Laser, $****p < 0,0001$ e $***p = 0,0001$, respectivamente. Em **B**, na depressão moderada o Grupo Ultrassom + Laser vs Ultrassom tem diferença estatística de $*p < 0,05$ e vs Laser $**p < 0,01$, no pré-tratamento. Em **C**, depressão leve há diferença entre os grupos Laser vs Ultrassom com $*p < 0,05$ e Laser vs Ultrassom + Laser de $**p < 0,01$, inicialmente. E em **D**, há diferença estatística ao final entre os grupos Laser e Ultrassom vs Ultrassom + Laser de $*p < 0,05$. 69
- Figura 3.13** Dados obtidos do IPAQ com desvio padrão. Significância estatística somente entre Laser vs Ultrassom + Laser, $*p < 0,05$. 71
- Figura 3.14** Análise temporal de 4 semanas após o tratamento para dor. Na primeira e segunda semana não há diferença entre os grupos. Na terceira semana, o grupo de tratamento sinérgico vs laser $**p < 0,01$ e vs ultrassom apresentou $*p < 0,05$. Na quarta semana os grupos laser vs ultrassom não mantiveram diferença significativa e ultrassom + laser vs laser $****p < 0,0001$ e vs ultrassom $*p < 0,05$. 72
- Figura 3.15** Análise temporal de quatro semanas após o tratamento em relação à qualidade de vida. Eles mostraram uma diferença estatisticamente significativa na segunda semana, laser vs ultrassom + laser $*p < 0,05$. Na terceira semana, laser vs ultrassom $*p < 0,05$, laser vs ultrassom + laser $***p = 0,0001$. Na quarta semana, laser vs ultrassom $*p < 0,05$, laser vs ultrassom + laser $****p < 0,0001$; e ultrassom vs ultrassom + laser $*p < 0,05$. 74
- Figure 3.16** Valor de Δ da EVA (%) é comparada no pós-tratamento imediato e 30 dias pós-tratamento. Logo após o tratamento havia diferença estatística somente para o Grupo Ultrassom + Laser em relação ao Grupo Laser e Grupo Ultrassom, onde $**p < 0,01$. Já, em 30 dias após o tratamento o Grupo Laser vs Grupo Ultrassom apresentou $*p < 0,05$, o Grupo Ultrassom vs Grupo Ultrassom + Laser tem $**p < 0,01$, e por fim, O Grupo Ultrassom + Laser vs Grupo Laser tem diferença de $****p < 0,0001$. 75
- Figura 3.17** **Figura 3.11:** A média do FIQ (%) mostra uma diferença para todos os grupos. No pós-tratamento imediato o Grupo Laser vs Ultrassom $**p < 0,01$; o Grupo Ultrassom vs Ultrassom + Laser tem diferença $*p < 0,05$, já o Grupo Laser vs Ultrassom + Laser apresenta $****p < 0,0001$. Após 30 dias após o término do tratamento a diferença estatística aumenta, portanto, Grupo Laser vs Ultrassom, onde $***p = 0,0001$; no Grupo Ultrassom vs Ultrassom + Laser $**p < 0,01$; e por fim, o Grupo Laser vs Grupo Ultrassom + Laser $****p < 0,0001$. 76

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

FM: Fibromialgia

OMS: Organização Mundial de Saúde

ACR: *American College of Rheumatology*

SNP: Sistema Nervoso Periférico

SNC: Sistema Nervoso Central

SNRI: Inibidores de Recaptação de Serotonina e Norepinefrina

IASP: *International Association for the Study of Pain*

A δ : A delta

A β : A beta

AVDs: Atividades de vida diárias

US: Ultrassom Terapêutico

Hz: Hertz

ERA: Área de Radiação Efetiva

Fr: Frequência de repetição do pulso

F: frequência de onda

MHz: Megahertz

FBM: Fotobiomodulação

LILT: Terapia a laser de baixa intensidade

LEDT: Terapia por diodo emissor de luz

ATP: Adenosina Trifosfato

LASER: *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*

ATP: Adenosina Trifosfato

INSS: Instituto Nacional de Seguro Saúde

nm: nanômetros

mW: miliwatts

TVP: Trombose Venosa Profunda

IMC: Índice de Massa Corpórea

EVA: Escala Visual Analógica

EMD: Escala Multidimensional da Dor

FIQ: *Fibromyalgia Impact Questionary*

IQSP: Índice de Qualidade do Sono de Pittsburg

BDI: Inventário de Depressão de Beck

BAI: Inventário de Ansiedade de Beck

IPAQ: Questionário Internacional de Atividade Física

SUMÁRIO

Resumo	
Abstract	
Lista de Figuras	
Lista de Abreviaturas e Siglas	
Apresentação	
Capítulo 1 – Introdução	20
1.1 Fibromialgia	20
1.1.1 Histórico da Fibromialgia	20
1.1.2 Fisiopatologia E Diagnóstico	23
1.2 Dor e Nocicepção	24
1.3 Tratamentos	28
1.3.1 Ultrassom Terapêutico	29
1.3.2 Fotobiomodulação	32
1.3.3 Terapias Combinadas	34
1.4 Justificativa	35
1.5 Objetivos	36
1.5.1 Objetivo Geral	36
1.5.2 Objetivos Específicos	36
Capítulo 2 – Materiais e Métodos	37
2.1 Experimento 1	37
2.1.1 Equipamento	37
2.1.2 Materiais para caracterização	38
2.2 Experimento 2	42
2.2.1 População e amostra	42
2.2.2 Critérios de Inclusão	42
2.2.3 Critérios de Exclusão	42

2.2.4 Perfil das amostras de cada grupo.....	43
2.2.5 Instrumentos.....	43
2.2.6 Procedimento	46
2.2.7 Padrão de aplicação terapêutica	47
Capítulo 3 - Resultados e Discussão.....	50
3.1 Experimento 1	50
3.2 Experimento 2	57
Capítulo 4- Conclusão	80
Referências.....	82
ANEXOS.....	99
APÊNDICE.....	111

Apresentação

Ação da autora na evolução do protocolo inovador da Fibromialgia

O protocolo utilizado nesta dissertação de mestrado passou-se por processo de aprimoramento ao decorrer do tempo, em relação aos parâmetros para melhor obtenção dos resultados no tratamento de portadores de fibromialgia.

Em 2017, ao ingressar como colaboradora no Instituto de Física de São Carlos (IFSC) da Universidade de São Paulo (USP - São Carlos), juntamente com o grupo clínico do ambulatório de Terapia Fotodinâmica da Santa Casa de Misericórdia de São Carlos decidimos realizar um experimento clínico no tratamento de dor com dispositivo protótipo, chamado de “Ultralaser”, desenvolvido pelo Laboratório de Apoio Tecnológico (LAT) do IFSC. Este protótipo é composto de emissores de ondas ultrassônicas e luz laser, no qual atuam sinergicamente.

Diante disso, tomada a decisão sobre o tema, seria uma doença crônica, complexa, idiopática e sistêmica. Com isso, o desafio proposto foi tratar pessoas portadoras de fibromialgia.

Então, iniciamos os questionamentos para direcionar a pesquisa. Como tratar uma doença tão complexa e generalizada com o protótipo que necessita de aplicação localizada? O tratamento seria realizado em uma grande área corporal, pois são vários pontos dolorosos?

Assim, iniciamos as buscas por trabalhos científicos no qual encontramos o estudo de Albrecht e colaboradores (2013), que nos motivou a aplicar nas palmas das mãos. Pois, em um determinado ponto específico da mão, analisado por biópsias da derme, foi observado o aumento de terminações nervosas ao redor de vasos sanguíneos nas palmas das mãos em portadores de fibromialgia.

A região identificada nas mãos com maior inervação situa-se na região hipotenar. Porém, o tratamento foi realizado entre as regiões hipotênar e tênar próximas juntamente à região do carpo, porque essas regiões apresentam maiores inervações como nervo ulnar e mediano, conexão de vasos sanguíneos importantes como artéria radial e ulnar, além de, tendões dos músculos extrínsecos das mãos e os músculos intrínsecos das palmas das mãos.

A definição inicial do protocolo para tratamento da fibromialgia foi determinada como qualquer inflamação no sistema músculo esquelético. O protótipo de ultrassom terapêutico e laser proporciona a sinergia de ambas irradiações.

Em relação a modalidade ultrassônica, foi escolhido a frequência de 1 MHz, devido que é a frequência mais utilizada na área da fisioterapia, pois há maior penetração das ondas mecânicas no tecido biológico em relação a frequência de 3 MHz. O modo pulsado foi a proposta mais coerente para não interferir na temperatura das mãos das participantes porque há uma grande variação na sensibilidade térmica, tanto para o frio quanto para o calor, nos indivíduos que sofrem de fibromialgia. A intensidade programada na realização definida de $0,5 \text{ W/cm}^2$.

Sabe-se que, o laser infravermelho é um potente recurso para processos álgicos e inflamatórios crônicos e agudos, desta forma, foi utilizado o laser contínuo, com potência de 100 mW, com comprimento de onda de 808 nm. O tempo de aplicação em cada palma da mão foi realizado por 3 minutos, aplicado com gel condutor e movimentação contínua e lenta, para melhor ação da terapia sinérgica de ultrassom e laser.

A frequência de tratamento por ser uma síndrome crônica definimos em duas vezes por semana, totalizando 10 sessões, ou seja, as participantes necessitavam permanecer 5 semanas disponíveis para a terapia.

Após unir todos esses conteúdos iniciamos o tratamento e o resultado foi uma publicação com estudo de caso, cujo título “Fibromyalgia Treatment: A New and Efficient Proposal of Technology and Methodological – A Case Report”, em 2 fevereiro de 2018, na revista Journal of Novel Phisyotherapies.

A Figura I mostra a sonda de ultrassom terapêutico e laser na palma da mão.

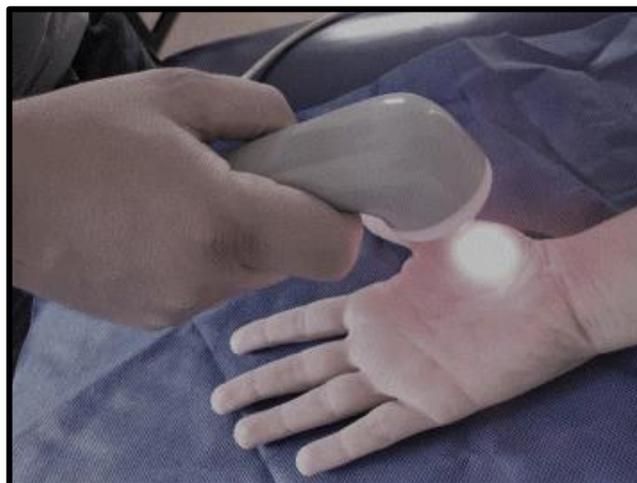


Figura I. Ilustração do protótipo de ultrassom e laser, e a palma da mão direita. (Fonte: AMARAL, *et al.*, 2018)

Em paralelo, utilizamos o laser vermelho, no comprimento de onda de 660 nm. E desta vez, a comparação foi realizada nas palmas das mãos e nos “tender points” dos músculos trapézio direito e esquerdo.

O resultado, surpreendentemente, se mostrou mais eficiente nas palmas das mãos e utilizando a luz vermelha, favorecendo o alívio da dor e, conseqüentemente, na melhora da qualidade de vida. Com esses resultados publicamos o trabalho “Could Hands be a New Treatment to Fibromyalgia? A Pilot Study”, de 9 de junho de 2018, na mesma revista publicada anteriormente. Após este estudo, claramente a aplicação nas palmas das mãos se mostrou significativamente melhor para a fibromialgia, e além disso, proporcionou efeito sistêmico na melhora da qualidade de vida a estas participantes.

A Tabela 1 apresenta os parâmetros utilizados no estudo piloto com os grupos “tender points” e palmas das mãos.

Therapeutic Resource	Parameters
Laser	Wavelength of 660 nm, continuous mode, power of 100 mW and power density of 660 W/cm ² .
Ultrasound	Pulsed mode, 1 MHz frequency, 100 Hz, 50% duty cycle and average space time of 0.5 w/cm ² (SATA).
Ultralaser	Wavelength of 660 nm, continuous mode, power of 100 mW and power density of 60 W/cm ² . Pulsed mode, 1 MHz frequency, 100 Hz, 50% duty cycle and average space time of 0.5 w/cm ² (SATA).

Fonte: BRUNO, *et al.*, 2018.

Na Figura II é possível visualizar o resultado do tratamento nas palmas das mãos e nos “tender points”.

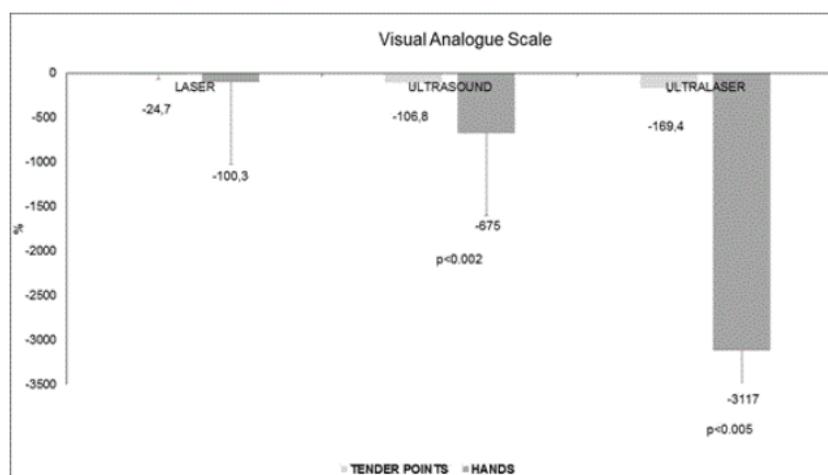


Figura II. Comparação da aplicação de laser, ultrassom e ultralaser em relação nos “tender points” vs palmas das mãos, quando avaliados na Escala Visual Analógica. Valores expressos em média e desvio padrão. Significativa diferença foi observada entre os grupos de ultrassom de ambos protocolos ($p<0,002$) e grupos de ultralaser de ambos os protocolos ($p<0,005$). Diferença estatística encontradas usando o teste *t Student* para $p<0,05$ (BRUNO, *et al.*, 2018).

A terapia sinérgica nas palmas das mãos comparada com a aplicação nos “tender points” realizada com o Ultralaser e até mesmo com os outros grupos apresenta resultados mais satisfatórios, em relação a diminuição da dor.

Além da síndrome dolorosa, a qualidade de vida das fibromiálgias é muito comprometida com dificuldades de sono, incapacidade das tarefas diárias, dificuldade de socialização, entre outros. Desta forma, na Figura III é possível observar a evolução do pós-tratamento através do questionário de impacto da fibromialgia.

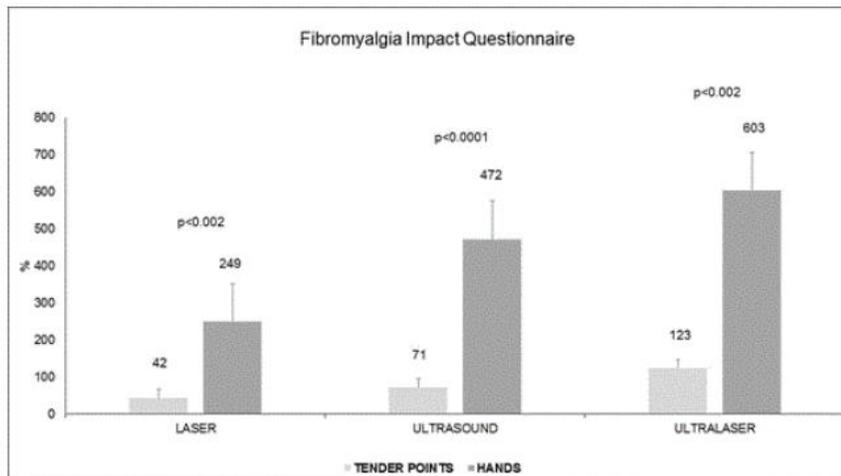


Figura III: Comparação da aplicação do laser, ultrassom e ultralaser em relação aos tender points vs palmas das mãos, através do Fibromyalgia Impact Questionnaire. Valores expressos em média e desvio padrão. Diferença significativa foi observada entre os grupos de laser de ambos protocolos ($p<0,002$), grupos de ultrassom de ambos os protocolos ($p<0,0001$) e grupos ultralaser de ambos os protocolos ($p<0,0002$). A diferença estatística foi encontrada usando o teste t de *Student* para $p<0,05$ (BRUNO, *et al.*, 2018).

O protótipo, Ultralaser, se demonstrou muito promissor desde o início, mas recebeu atenção especial com esta nova abordagem, e assim, foi publicado na Revista Fapesp, cujo título, “Novo tratamento reduz dor de pacientes com fibromialgia” em 10 de agosto de 2018 (disponível: <https://agencia.fapesp.br/novo-tratamento-reduz-dor-de-pacientes-com-fibromialgia/28443/>.)

Vários outros estudos, pelo grupo, foram realizados para a melhor eficiência do protocolo em relação ao laser e ultrassom terapêutico. Além disso, outras periodicidades foram testadas, em relação a frequência semanal para melhor obtenção dos resultados relacionados ao tempo.

Esses resultados tiveram influência sobre os delineamentos dos estudos seguintes.

Em 2019, já iniciado o mestrado no Programa de Pós-graduação em Biotecnologia da Universidade Federal de São Carlos, foi decidido a realização do tratamento como foi da última publicação citada acima, porém na frequência de 3 vezes por semana. Diante disso, seria favorável ao tratamento de doenças crônicas, porém o resultado seria antecipado proporcionando mais rapidamente redução da dor e melhora na qualidade de vida no pós-tratamento imediato e após 30 dias do término do tratamento. Além disso, as participantes seriam avaliadas em outras vertentes como a qualidade de sono, ansiedade, depressão, e atividade física.

Ciência e inovação caminham juntos, sendo assim, equipamentos são aprimorados e aperfeiçoados até que seja seguro, tanto para o paciente quanto para o profissional, através da aprovação da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA).

O protótipo Ultralaser operado em todo experimento clínico da Fibromialgia deu origem ao equipamento Recupero da empresa MM Optics®, que desde o início teve parceria com IFSC/USP, no qual foi lançado no dia 16 de outubro de 2020 e tive a honra de ser convidada para a participação do evento on-line (disponível: <https://www.youtube.com/watch?v=uleiOakGt1M>).

A Figura IV mostra o equipamento Recupero, no qual é composto por pelo gabinete com display sensível ao toque para selecionar os parâmetros da terapia e a peça de mão com o transdutor ultrassônico, juntamente aos emissores de luz laser.



Figura IV: Equipamento Recupero produzido pela empresa MM Optics®, São Carlos, Brasil. A) Display sensível ao toque para selecionar os parâmetros. B) Chave de emergência. C) Transdutor ultrassônico com os emissores de luz laser nos comprimentos de onda de 660 nm e 808 nm.

Este equipamento, com certeza, já proporciona grande impacto na sociedade, pois permitiu a centenas de fisioterapeutas a possibilidade de utilizar tecnologia de ponta, na utilização da terapia sinérgica de ultrassom e laser para problemas no sistema músculo esquelético. Além disso, favorece uma nova realidade há milhares de pessoas de todo o Brasil que sofrem de quadros álgicos e inflamatórios e beneficia no retorno funcional, social e econômico.

Capítulo 1 – Introdução

1.1 Fibromialgia

A Fibromialgia (FM) é uma síndrome caracterizada por dor musculoesquelética difusa, com duração maior de 3 meses, e sua etiologia é idiopática. Outros distúrbios estão associados como fadiga, distúrbios do sono e cognitivos, parestesia, cefaléia, síndrome do intestino irritável, sensação subjetiva de edema, ansiedade, depressão, entre outros (SMITH, HARRIS, CLAUW, 2011; ANG *et al.*, 2011; WOLFE *et al.*, 2010; HAUSER *et al.*, 2010).

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS) estima-se que 150 milhões (2%) de pessoas sofrem no mundo com a Fibromialgia e no Brasil aproximadamente 2,5% são acometidos pela doença, a predominância ocorre de sete a nove no gênero feminino em cada dez indivíduos (SOCIEDADE BRASILEIRA DE REUMATOLOGIA, 2019).

A variedade de sintomas e a cronicidade dos mesmos afetam o dia a dia dos pacientes com fibromialgia. Muitas vezes, a dificuldade na realização das tarefas mais simples diárias, devido a fadiga, hiperalgesia, alodinia e a rigidez dificultam a funcionalidade, tanto em casa como nas atividades ocupacionais, conseqüentemente, a fibromialgia se apresenta com caráter deletério em relação a qualidade de vida das pacientes (PROVENZA, JR *et al.*, 2004; SENNA, 2005). Além disso, o fato do sono não ser satisfatório para o descanso, resulta no prejuízo da modulação hormonal que deveria ocorrer durante a noite, conseqüentemente, favorece a presença dos distúrbios cognitivos como déficits de atenção e memória, além de influenciar a ansiedade e depressão. Portanto, o ciclo vicioso que se estabelece nestes pacientes favorece o comportamento doloroso, tensionando músculos e gera posturas impróprias, pensamento negativos e de incapacidade que impactam na saúde (LORIG *et al.*, 2006).

1.1.1 Histórico da Fibromialgia

Ao longo da história já se falava de uma síndrome complexa, aproximadamente desde 1592 (RUHMAN, 1940). Muitos nomes foram sugeridos para uma síndrome

dolorosa difusa. Porém na década de 60, especificamente em 1968, Traut definiu por Fibrosite uma síndrome com dores difusas nas regiões musculoesqueléticas, fadiga intensa, distúrbios de sono, hipersensibilidade em alguns pontos do corpo em locais de inserção de músculos e tendões (CHAITOW, 2002).

Em 1970, Moldofsky avançou em pesquisas relatando e confirmando distúrbios do sono e achados polissonográficos em pacientes com esta síndrome. E também iniciou relatos sobre os tender points, ou seja, são pontos sensíveis a palpação que apresentam dor local (CHAITOW, 2002). Entretanto, o termo fibromialgia foi descrito em 1976 por Hench, mas seu reconhecimento como síndrome ocorreu por Yunus *et al.* (1981).

O *American College of Rheumatology* (ACR) de 1990, durante um simpósio internacional de médicos, elaborou critérios de diagnóstico incluindo os outros sintomas como parte da doença, e assim, contribuíram para homogeneização e impulsionaram a novos estudos sobre a Fibromialgia, mesmo sem marcadores biológicos (WOLFE, 1990). Foi determinada a localização e a palpação de 18 pontos, sendo que, fosse necessário apresentar no mínimo 11 destes pontos dolorosos. Haja visto, que as informações mais elaboradas facilitaram, porém foram argumentadas outras queixas além da dor generalizada e ainda era um desafio para muitos médicos por falta de treinamentos adequados (HEYMANN, 2017).

Através da Figura 1.1 é possível visualizar os 18 “tender points”, ou seja, pontos sensíveis a palpação, indicados pelo o ACR (WOLFE, 1990).

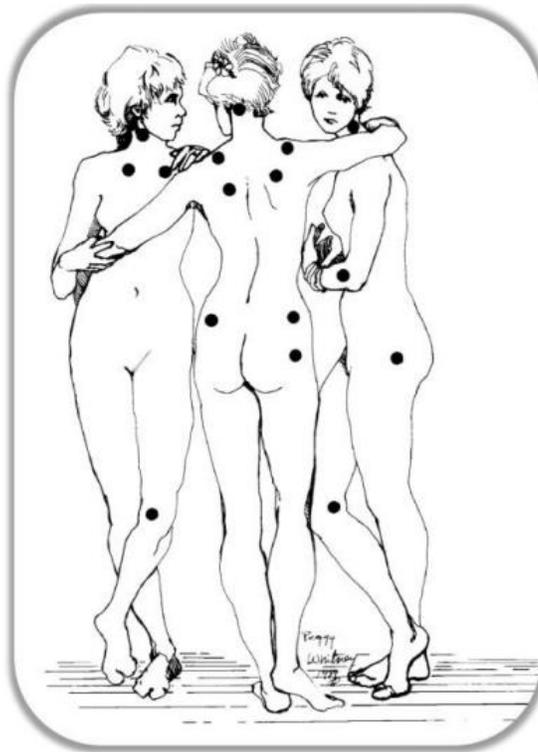


Figura 1.1: “Tender points” segundo os critérios de classificação de 1990 para fibromialgia (The Three graces, after Baron Jean-Baptiste Regnault, 1793, Louvre Museum, Paris). Figura adaptada (WOLFE *et al.*, 1990).

Em 2010, o ACR incluiu novos critérios para diagnóstico. Adicionou outros sintomas em comum e excluiu a palpação dos pontos dolorosos. Portanto, o paciente deveria apresentar dor acima de 3 meses, sendo esta, caracterizada por dor crônica, difusa e também os pacientes deveriam apresentar outros distúrbios como fadiga intensa, alterações no sono e de cognição, síndrome do intestino irritável, mudanças no humor entre outros. Heymann *et al.* (2017) afirma que a FM deve ser reconhecida como uma síndrome clínica com características próprias e deve ter diagnóstico diferencial, podendo apresentar dor generalizada com associação de outros sintomas como rigidez matinal, alteração do sono e distúrbio cognitivo. A FM também pode ser classificada em isolada ou associada.

O estresse crônico ocasionado pela FM favorece o aparecimento de transtornos como depressão e ansiedade. A depressão é a comorbidade psiquiátrica mais comum nas pacientes, a probabilidade de desenvolver é de 5 vezes mais que indivíduos saudáveis, a taxa de prevalência varia de 20% à 80% nas portadoras de FM (FIETTA,

2007; BERGER, 2007; KATO, 2006). A ansiedade é o segundo sintoma comum na fibromialgia e muitas vezes se manifesta de forma severa. Assim como outros distúrbios psicológicos, induz a hiperatividade e fadiga muscular com o aparecimento de espasmos musculares e está presente de 13 à 71% (FIETTA, 2007; BOYER, 2009). A ansiedade pode provocar perturbações com características de medo, alterações do comportamento e manifestações fisiológicas (agitação, hiperatividade, e movimentos precipitados) e cognitivos de atenção e falta de sono (CHISNOIU, *et al.*, 2015).

1.1.2 Fisiopatologia E Diagnóstico

Embora a Fibromialgia ser bem característica sua fisiopatologia ainda é muito controversa. Supostamente mecanismos fisiopatológicos, responsáveis pela expressão dos sintomas e distúrbios relacionados ocorrem através da interação de vários fatores, como anormalidades no sistema nervoso neurobiológico e autônomo, predisposição genética, fatores psicológicos e ambientais (ABELES *et al.*, 2008; BRADLEY, 2009).

Russel e Larson (2009) apontam que a dor generalizada tem origem neurogênica. Destaca-se o conceito de desequilíbrio entre os processos nociceptivos de excitabilidade e os controles inibitórios da dor (YUNUS, 2007). Conseqüentemente, a função global ocorre com a amplificação de sinais neuronais facilitatórios intracorticais e redução da inibição intracortical. Haja visto, que clinicamente resultam nos sintomas de hiperalgesia e alodinia e distúrbios de humor (WILCKE; CLAUW, 2011). Entretanto, essa possibilidade não anula a contribuição dos mecanismos nociceptivos periféricos, e provavelmente vários mecanismos de dor participam da FM (CLAUW, 2014).

Em 2013, vários estudos foram publicados com evidências de danos no Sistema Nervoso Periférico (SNP) que transmitem dor. Relatos de estudos com biópsias de pele revelaram inervação reduzida, com pequenas fibras nervosas, somente para o grupo FM (OAKLANDER *et al.*, UÇEYLER *et al.*, 2013). Evidências mais atuais sinalizam que a fadiga excessiva e a dor profunda conjunta à FM são originadas por isquemia e hiperativação tecidual periférica de nociceptores de tecidos profundos por metabólitos anaeróbios e citocinas inflamatórias, um processo que estimularia e manteria a sensibilização do Sistema Nervoso Central (SNC) (STAUD, 2011; Morf *et al.*, 2005).

Em contrapartida, Albrecht *et al.* (2013) em seu estudo relata aumento de terminações nervosas ao redor de vasos sanguíneos na derme das palmas das mãos, especificamente na região hipotenar. Através de biopsias constatou que há aumento de arteríolas e “shunts” arteríolas-vênulas, ou seja, pontos de vasos que fazem a conexão de sangue oxigenado das arteríolas e sangue não oxigenado das vênulas. Além disso, já é conhecido que as arteríolas e pontos arteríolas-vênulas são estruturas de convergência simpática e inervação sensorial que poderia ser alvo periférico de Inibidores de Recaptação de Serotonina e Norepinefrina (SNRI).

Em razão disso, provavelmente a inervação sensorial tem papel de feedback sensorial para regulação da atividade simpática, mas também pode ter um papel direto na vasodilatação e inflamação nas pacientes com fibromialgia. Conseqüentemente, classificada por um distúrbio neurovascular devido a dor profunda generalizada, fadiga, hipersensibilidade, alodinia mecânica e térmica causados por alterações do fluxo sanguíneo, isquemia de tecidos profundos e descontrole de estímulos nervosos periféricos e centrais (BOWSHER, 2009; STAUD, 2007).

As novas diretrizes para diagnóstico da Fibromialgia, segundo Heyman *et al.* (2017) afirmam que o diagnóstico é clínico e deve ser diferencial. Deve ser excluída possibilidades de sintomas semelhantes e que conferem a outras patologias e apresentam exames específicos. Pois, para a FM não há possibilidade de exames laboratoriais e de imagem, o médico especialista na área de reumatologia deve ser motivado ao diagnóstico com destaque sobre a dor crônica, profunda, nos quatro quadrantes do corpo, itinerante ou não e musculoesquelética, e além disso, a associação dos diversos sintomas como o sono não reparador, fadiga excessiva sem qualquer motivo causal, e distúrbios de memória e cognição são essenciais para o diagnóstico correto desta síndrome.

1.2 Dor e Nocicepção

A dor é um dos principais sintomas da fibromialgia e por isso é necessário entender seus mecanismos e vias.

A dor é algo subjetivo e multidimensional, quão difícil de descrever, pois não é possível visualizar a dor do outro que gera sofrimento e incapacidades. Segundo a *International Association for the Study of Pain (IASP)* de 1979, a dor é definida como “uma experiência sensitiva e emocional desagradável associada a uma lesão tecidual real ou potencial, ou descrita nos termos de tal lesão”. Esta definição foi muito bem aceita pelos agentes de saúde e também em âmbito científico na área da dor daquele momento.

Entretanto, com o avanço científico, profissionais da saúde solicitaram uma reavaliação conceitual e assim, uma força tarefa foi realizada por 14 membros para ser refeita a análise conceitual e de notas entre os anos de 2018 a 2020. Sendo assim, a IASP (2020) afirma que a “dor é uma experiência sensitiva e emocional desagradável, associada, ou semelhante àquela associada, a uma lesão tecidual real ou potencial”. Conseqüentemente, é considerado dor real sem haver lesão tecidual quer seja a sua origem (RAJA et al., 2020).

A dor é mais que um sintoma, muitas vezes pode ser a própria doença. Os indivíduos que apresentam dor têm alterações biológicas, psicossociais e psicossomáticas, portanto, é considerada um evento orgânico subjetivo, difícil de mensurar e o seu controle, muitas vezes, é o objetivo do tratamento (CHAVES, 2007; KIPEL, 2004).

Nociceptores são as células que captam a dor e conduzem os estímulos ao SNC. Existem receptores de baixo limiar e receptores de alto limiar relatado pela primeira vez por Maximillian von Frey em 1896, Charles Scott Sherrington expandiu o termo de nociceptores demonstrados pelas terminações nervosas livres nas camadas mais superficiais da pele, vísceras e outros. Os nociceptores realizam a transdução do impulso doloroso e o transforma em potencial de ação, logo após ocorre a transmissão do impulso até o corno posterior da medula espinal, assim por diante o estímulo é modulado antes de chegar a nível cerebral e no cérebro o impulso é integrado onde ocorre a percepção do estímulo doloroso (LEAL, SAKATA, 2014).

As teorias da dor mais recentes são a de Melzack & Wall (1965) que relataram a Teoria do Portão da Dor através das fibras A δ (delta) e fibras C, células mielinizadas e não mielinizadas, respectivamente, que encaminham estímulos táteis e dolorosos, até substância gelatinosa (SG), que está no corno dorsal da medula espinhal e após esta

conexão se encaminha para o tálamo no cérebro e finalmente, distribuído na área somatosensorial, responsável pela percepção da dor. Porém, o processamento da dor no cérebro envolve uma rede de estruturas que conferem a experiência dolorosa um caráter pessoal (MACHADO, HAERTEL, 2013). A Figura 1.2 mostra como ocorre a conexão das vias dolorosas.

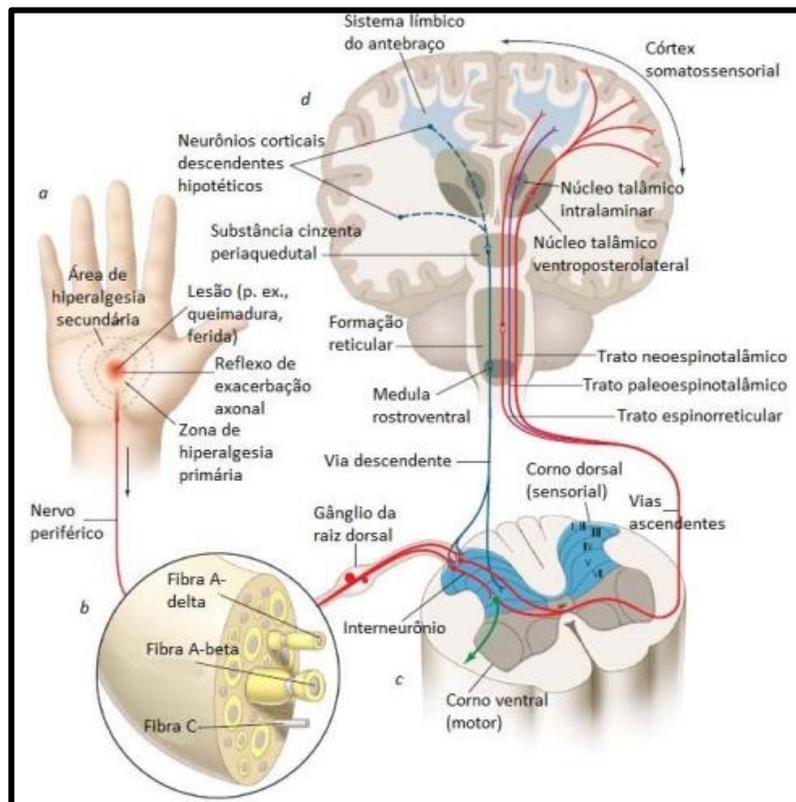


Figura 1.2: Mecanismo e vias da dor no Sistema Nervoso Periférico e Central (OAKLANDER, 2011).

A Figura 1.2 mostra o mecanismo nociceptivo relatado anteriormente desde a periferia corpórea até o SNC. É importante observar a importância das fibras A β (beta), pois são responsáveis por perceber o estímulo mecânico superficial até a medula, são mielinizadas e mais grossas que as fibras que carregam estímulos dolorosos (MACHADO, HAERTEL, 2013).

Outra teoria muito importante é a Teoria da Neuromatriz, que se refere a dor como uma experiência multidimensional produzida por múltiplas influências. E reconhece a dor como uma experiência total do corpo, da mente e do espírito. A neuromatriz da dor

abrange áreas cognitivas, sensoriais e emocionais. E também são determinadas pela genética e pela própria experiência sensitiva de vida de cada indivíduo, expressando assim, uma teoria coerente e direcionada a dor da FM (CASEIRO, 2003; MELZALCK, 2013).

Alguns termos relacionados a dor serão citados para melhor entendimento, como:

- Limiar à dor: é a menor intensidade ou estímulo mecânico que permite ao indivíduo sentir dor.
- Alodinia: é a sensação de dor através de estímulo não-nocivo, sobre a pele normalmente.
- Hiperalgesia: é a sensibilidade aumentada do nociceptor, e resulta na diminuição do limiar para estímulos nocivos.
- Analgesia: é a redução dolorosa.
- Anestesia: anulação da dor.
- Hiperestesia: sensibilidade aumentada à estimulação.
- Nevralgia: dor localizada em uma região inervada por nervo específico ou grupo de nervos.
- Parestesia: é a sensação não dolorosa, porém apresenta alteração na sensibilidade, como dormência ou formigamento;
- Disestesia: é uma sensação anormal, geralmente uma sensação dolorosa de queimação ou formigamento. (KOSEK, *et al.* 1996; MUIR III *et al.*, 2001).

A classificação ou fisiopatologia da dor podem ser descritas de três formas como: nociceptiva, neuropática e nociplástica (KLAUMANN, 2008).

A dor nociceptiva é aquela que houve uma lesão tecidual, seja por estímulos mecânicos, térmicos ou químicos; porém que não seja em tecidos do sistema nervoso. Lesões por entorses, queimaduras e incisões cirúrgicas são bons exemplos para caracterizar este tipo de dor.

A dor neuropática é ocasionada por lesão ou remoção do sistema nervoso. A herpes zoster, lesão do nervo trigêmeo são exemplos que definem esta dor.

A dor nociplástica é de origem desconhecida, não há lesão real tecidual, provavelmente ocorre por distúrbio central no processamento da dor que aumenta a

excitabilidade e diminui a inibição. A fibromialgia é um exemplo claro deste tipo de dor, pois não apresenta lesão real, porém é confirmada sua existência através de exames que analisam o córtex cerebral ativado pela dor.

A dor pode ser analisada através do tempo de duração. A dor aguda é a dor de menor duração em relação ao tempo, ou seja, logo após a lesão tecidual já se inicia o processo inflamatório e geralmente perdura-se ao logo das fases de reparo tecidual. Inicialmente a dor é levada ao SNC pelas fibras rápidas A δ e após mantém-se o estímulo doloroso através das fibras C. Esse processo perdura no máximo três meses (MACHADO, HAERTEL, 2013).

Haja visto, que a dor crônica tem duração acima de 3 meses. Muitas vezes ocorre acomodação ou desregulação do sistema nervoso mantendo a produção dolorosa. Os pacientes necessitam sempre de avaliações individualizadas, pois há muitos casos de patologias que elevam os fatores inflamatórios cronicamente como a artrite reumatoide; e outros quando a reparação tecidual ainda se perdura a acima de 3 meses devido sua gravidade, porém é decrescente; e, por fim, quando a dor persistente torna a mais ampliada e detalhada no córtex neuronal, chamando-a de neuroplasticidade. A neuroplasticidade da dor crônica requer cuidado especial, pois muitas vezes, induz ao comportamento doloroso e também pode influenciar a cinesiofobia, ou seja, medo de se movimentar para que a dor não se exacerbe (Merzenich, 1993).

Diante dos diferentes aspectos e da complexidade da dor em cada indivíduo são necessárias múltiplas intervenções para seu alívio, sendo elas farmacológicas ou não farmacológicas.

1.3 Tratamentos

Vários são os tratamentos para a síndrome da fibromialgia devido à complexidade e variedade dos sintomas. Na maioria das vezes são divididos em farmacológicos e não-farmacológicos (HOLDCREFT, 2003).

O tratamento farmacológico muitas vezes reduz um ou dois sintomas, sendo que, a queixa principal geralmente é a dor, contudo, os efeitos colaterais podem ser

exacerbados influenciando as atividades de vida diária das pacientes (AVDs). Desta forma, não são todos os pacientes com fibromialgia que se adaptam a rotina de medicações, como analgésicos e anti-inflamatórios. Haja visto que, a procura por atendimentos de emergência é bem elevada (STAUD, 2011; RUARO, 2014; SILVERMAN *et al.*, 2009).

Visto que, a fisioterapia é um dos recursos não-farmacológicos de maior destaque devido suas diversas especialidades. É possível tratar dores agudas e crônicas em músculos, tendões, ligamentos e articulações; promover relaxamento muscular e melhorar mobilidade articular; adquirir força; equilíbrio e propriocepção (CHAITOW, 2002).

Os recursos eletrotermofototerapêuticos da fisioterapia são bastante utilizados na reabilitação dos pacientes com dor. Esses recursos dispõem-se de parâmetros que variam em relação aos tipos, formas, larguras de pulso, frequência, intensidade, polaridade e somação de correntes com o objetivo de promover diversos efeitos fisiológicos. A analgesia é o efeito mais esperado por este recurso porque melhora a circulação local e exerce ativação do sistema supressor de dor, retarda a miotrofia, mantém o trofismo muscular e é um método de treinamento proprioceptivo e sinestésico. Muitos pacientes respondem positivamente a estes recursos (KITCHEN, BAZIN, 1998).

1.3.1 Ultrassom Terapêutico

O ultrassom terapêutico (UST) começou a ser utilizado desde a década de 50, pois é um equipamento que emite ondas sonoras. Os seres humanos conseguem ouvir frequências sonoras entre 20 e 20.000 Hertz (Hz). Deste modo, quando o som é menor que 20 Hz é denominado de infrassom. Já ondas acima de 20.000 Hz são chamadas de ultrassom (TER HAAR, 1999).

A fisioterapia na reabilitação de pacientes utiliza-se amplamente este recurso na busca de analgesia e para redução de processos inflamatórios musculares, tendíneos, ligamentares, articulares, reparos ósseos entre outros (LORIG *et al.*, 2006).

As ondas do UST propagam-se como ondas de pressão causando agitação nas moléculas do meio em que estão situadas, promovendo vibrações em suas posições de equilíbrio, quer no meio seja sólido, líquido ou gasoso (TER HAAR, 1987). As ondas produzidas podem ser longitudinais, transversais e superficiais, portanto, em meios sólidos são comuns ondas transversais, ou seja, perpendicular à direção de propagação da onda. Visto que, os tecidos moles considerados fluídos, são meios gasosos e líquidos e produzem ondas longitudinais (WELLS, 1977).

A energia sonora terapêutica é gerada pelo efeito piezoelétrico. Este efeito ocorre inicialmente com a energia elétrica transformada em energia mecânica através de uma cerâmica, tais como zirconato e o titanato, localizada no interior do transdutor do aparelho. O efeito piezoelétrico foi descoberto em 1880 pelos irmãos Pierre e Jacques Curie e, consiste em variações físicas de certos materiais receptores a campos elétricos (TER HAAR, 1999).

A área de radiação efetiva (*ERA*) do transdutor se localiza superficialmente e oferece passagem das ondas sonoras, sendo assim, a cerâmica internamente varia por volta de 10 à 20% do tamanho da *ERA*. A região a ser tratada pode ser duas a três vezes maior que a *ERA*, pois o mesmo não poderá ser puntual e deverá estar constantemente em movimento (SGANZELA, 2007).

As ondas ultrassônicas podem se propagar em modo contínuo ou pulsado. Isto é, no modo contínuo a emissão de ondas sonoras ocorre 100% do tempo proporcionando o efeito térmico e no modo pulsado há interrupções de ondas permitindo assim, a dissipação de calor sobre os tecidos irradiados favorecendo o efeito mecânico, ou seja, apresenta efeito não-térmico (TER HAAR, 1999).

No modo contínuo há depósito ininterrupto de energia sobre os tecidos irradiados. Desta forma, não há modulação e não consegue reduzir o calor, conseqüentemente, o efeito térmico é mais evidente e surge com resposta da absorção de ondas mecânicas pelo tecido, transformando-a em calor (HOOGLAND, 1989). Haja visto, que no modo pulsado ocorrem frequentes interrupções na propagação de energia, portanto devem ser consideradas a frequência de onda (f) e a frequência de repetição de pulso (Fr). Portanto, possui modulação em amplitude com frequências de 16 Hz, 48 Hz e 100 Hz de ciclos de trabalho.

O UST é caracterizado por ofertar energia mecânica aos tecidos e pode ser de forma direta, apenas com gel a base de água ou indiretamente, sendo a água o meio de acoplamento. A movimentação do transdutor de UST é necessária a fim de evitar lesões na região de tratamento (BÉLANGER, 2010).

Ao passo que as ondas ultrassônicas se propagam através dos tecidos a amplitude e a intensidade reduzem. Esta diminuição é causada pela difusão da onda em um meio heterogêneo, pela refração e reflexão nas interfaces e pela absorção do meio. Quanto mais alta for a frequência, menor será o comprimento de onda e maior será sua absorção (mecanismo de atenuação). A atenuação deve-se principalmente aos mecanismos de absorção, uma vez que, a energia vibracional das ondas ultrassônicas é transformada em calor (TER HAAR, 1987).

A absorção do ultrassom ocorre ao nível molecular através da energia vibracional. A absorção resulta em aquecimento do tecido e varia de acordo com os tecidos, sendo que, as proteínas absorvem mais as ondas ultrassônicas, enquanto que, as gorduras absorvem menos (WELLS, 1977).

As frequências do ultrassom terapêutico variam de 0,5 à 5,0 MHz, porém são mais utilizadas as de 1 MHz e 3 MHz. Sobretudo, a frequência de 1 MHz penetra mais profundamente, atinge tecidos de 3,0 a 5,0 cm de profundidade. Já a frequência de 3 MHz é absorvida mais superficialmente alcançando até 2,0 cm de penetração (TER HAAR, 1999; LEUNG, 2004).

Os efeitos fisiológicos advindos da elevação da temperatura tecidual geram: aumento da circulação sanguínea, alívio da dor e a redução de processos inflamatórios crônicos, despolarização das fibras nervosas aferentes, efeitos sobre os nervos periféricos, aumento da extensibilidade em tecidos ricos em colágeno como tendões, ligamentos e cápsulas articulares, diminuição de espasmos musculares, aumento do metabolismo tecidual e da permeabilidade das membranas e relaxamento (GUIRRO, GUIRRO, 2006; ROMANO, 2001).

Por outro lado, os efeitos mecânicos do UST são: estimulação da regeneração dos tecidos; reparo de tecido mole e ósseo, vascularização de fluxo sanguíneo em tecidos cronicamente isquêmico, síntese de proteína, regeneração tissular, redução de

espasmos, melhora do tônus muscular, ativação do ciclo de cálcio e estimulação de fibras nervosas aferentes. (YOUNG, 1998; FUJIRINI, LONGO, 1995).

1.3.2 Fotobiomodulação

A fotobiomodulação (FBM), que antes era nomeada como fototerapia, emprega-se na utilização da terapia a laser de baixa intensidade (LILT) ou terapia por LED (LEDT) e consiste na emissão de radiação fotônica (luz) em tecido biológico com comprimentos de onda adequados, os quais poderão modular função molecular e promover específicas reações de nível químico e físico alterando a fisiologia celular (KARU, 1998; SMITH, 1991, BAROLET, 2008).

Laser (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*) é traduzida por “amplificação da luz pela emissão estimulada da radiação” (CHOW, *et al.*, 2009) e tem sido destaque na fisioterapia como em outras áreas de ciências da saúde. Bagnato (2008) diz que a prática da laserterapia de baixa intensidade tem sido aplicada em várias doenças de sintomas dolorosos e crônicos, e também com ação preventiva e curativa da dor, conseqüentemente apresenta respostas e resultados satisfatórios.

A fotobiomodulação utiliza-se de feixes de luz laser e/ou LEDs que se situam na faixa do violeta ao infravermelho próximo (CHOW, *et al.*, 2009). Porém, na fisioterapia os comprimentos de onda vermelho e infravermelho são os mais utilizados.

Barolet (2008), relata que os efeitos nas diversas camadas do tecido biológico dependem da fonte de luz, portanto, cada comprimento de onda realiza ação terapêutica nas diversas profundidades devido ter maior ou menor penetração. Na Figura 1.3 demonstra que o laser na faixa do infravermelho possui maior profundidade de penetração, abrangendo de 2 a 4 mm em relação à faixa do vermelho, e este último tem penetração de 0,5mm a 2mm, de maneira a depender da potência e irradiância do equipamento.

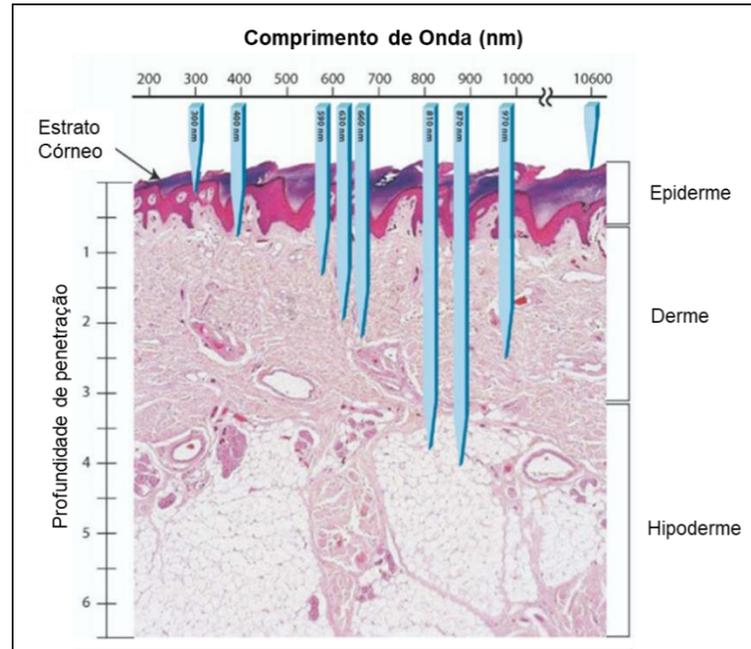


Figura 1.3: Profundidade de Penetração Óptica (Fonte: BAROLET, 2008).

Os fenômenos ópticos são mecanismos básicos de interação com a pele, portanto, os cromóforos são responsáveis pela absorção da luz, porém, pode ocorrer outros fenômenos como reflexão, transmissão, ou espalhamento dentro e fora da pele (MANOEL, PAOLILLO, MENEZES, 2014).

Os cromóforos, normalmente, são participantes da cadeia respiratória que de forma específica irão realizar uma determinada função ou transmitir um sinal através de uma energia de radiação específica gerando, conseqüentemente, transferência de elétrons no tecido irradiado e proporciona alteração nas membranas. As mitocôndrias são organelas responsáveis pela produção de energia nas células, à vista disso, tem papel importante na função na homeostase celular. A estrutura da mitocôndria é bem definida para gerar trifosfato de adenosina (ATP) que é suprimento básico de energia para todo o funcionamento celular (HAMBLIN, 2017; LIZARELLI, 2018).

Segundo Karu (1988), o citocromo C é o fotorreceptor primário nas mitocôndrias e apresenta absorvância nas regiões do visível e infra-vermelho próximo. Na membrana plásmática os cromóforos também absorvem nesta faixa espectral, todavia, é pela cadeia respiratória que a célula identifica o meio externo e modula a atividade celular.

Conseqüentemente, através da captação da luz aumenta íons de Ca^{++} no citoplasma resultando aumento da velocidade de duplicação do DNA e replicação do RNA no núcleo da célula.

1.3.3 Terapias Combinadas

Há muito tempo se usa combinar práticas terapêuticas para diversas intervenções. Porém com avanço da tecnologia a possibilidade de potencializar os resultados se tornou realidade.

Nos dias atuais é possível encontrar aparelhos que oferecem mais de uma função. Diversas são as combinações que primeiramente teve objetivo na parte estética há mais de 20 anos e mais recentemente apresenta-se também na área terapêutica (BIANCHETTI, *et al.*, 2015; MILANI, JOÃO, FARAH, 2006).

As combinações podem proporcionar efeitos positivos na condição diária do terapeuta devido a praticidade em ter apenas um único aparelho oferecendo mais de uma terapia e também por otimização do tempo durante a administração do equipamento. E ao paciente por receber tratamento de maior tecnologia, através de resultados mais satisfatórios e também por um período de tempo menor. Isso devido a otimização de protocolos, pois ao mesmo tempo são oferecidos diversos estímulos no tecido biológico (AGNE, 2013; BRUNO, 2018)

Há muitas combinações terapêuticas em destaque, entretanto, essas combinações podem ser chamadas de terapias sinérgicas, quando emitem a ação terapêutica no mesmo intervalo de tempo, entre elas estão: terapia ultrassônica com correntes elétricas, pressão negativa com laserterapia, ultrassom terapêutico com fotobiomodulação, entre outros. (SANT'ANA, 2010; IBRAMED, 2011; LOPES, 2019; BRUNO, 2018).

1.4 Justificativa

Atualmente, a Organização Mundial de Saúde relata que mais de 150 milhões de pessoas no mundo apresenta a fibromialgia. No Brasil estima-se mais de 4 milhões, sendo que, de cada dez pessoas, sete a nove são do gênero feminino.

A fibromialgia tem caráter deletério em seus portadores devido aos distúrbios físicos, como a hiperalgesia, fadiga intensa, rigidez matinal ou pós o repouso e sensação de edema nas extremidades dificultando as tarefas mais simples diárias e atividades ocupacionais (WOLFE, *et al.*, 2016; SLUKA, CLAUW, 2016). Devido estes sintomas há um aumento nas consultas em pronto atendimentos, exames complementares, consultas em clínicas particulares e de especialidades nas áreas de reumatologia, neurologia e ortopedia tanto no serviço público, como em convênios. Outro fator extremamente afetado é a incapacidade na execução ocupacional, aumentando os requerimentos para o afastamento pelo Instituto Nacional do Seguro Social (INSS) (CHANDRAN, *et al.*, 2012; BROWN, 2012).

Além, dos distúrbios físicos, os distúrbios psicoemocionais e sociais também são queixas importantes para os portadores de fibromialgia. Pois, também apresentam sono não reparador, que por sua vez dificulta a normalização de vários hormônios, e conseqüentemente, gera índices elevados de ansiedade e depressão (SILVERMAN, 2009). Através disso, ocorre um ciclo vicioso de distúrbios psicossomáticos alterando a funcionalidade e gerando incapacidade. Portanto, é um problema de saúde pública e é necessário apontar recursos para amenizar esta problemática (BROWN, 2012).

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo Geral

Comparar, clinicamente, a terapia sinérgica de ultrassom e laser com as terapias isoladas em portadoras de fibromialgia, porque são extremamente impactadas negativamente por esta síndrome.

1.5.2 Objetivos Específicos

- 1- Caracterizar as propriedades ópticas do equipamento que combina ultrassom e laser para melhor compreensão dos resultados.
- 2- Analisar os efeitos do tratamento sinérgico e das terapias isoladas nas palmas das mãos de pacientes com fibromialgia.
- 3- Verificar os efeitos do tratamento com laser, ultrassom e de terapia sinérgica de ultrassom e laser na qualidade do sono, níveis de ansiedade, depressão e atividade física das pacientes.
- 4- Analisar e comparar os efeitos das terapias isoladas e terapia sinérgica, proporcionada pelo protótipo que combina ultrassom e laser, em relação a dor e a qualidade de vida de portadores de fibromialgia no pós-tratamento imediato e após 30 dias.

Capítulo 2 – Materiais e Métodos

2.1 Experimento 1

A caracterização do equipamento que conjuga ultrassom e laser é de extrema importância, especialmente da parte luminosa, pois se localiza no centro do transdutor ultrassônico.

2.1.1 Equipamento

Este equipamento foi projetado e desenvolvido pelo Instituto de Física de São Carlos (IFSC) da Universidade de São Paulo (USP) juntamente com a empresa MM Optics®, São Carlos, Brasil produzindo de forma inovadora proporcionando efeitos vibracionais e eletromagnéticos sinérgicamente. A Figura 2.1 ilustra o equipamento.

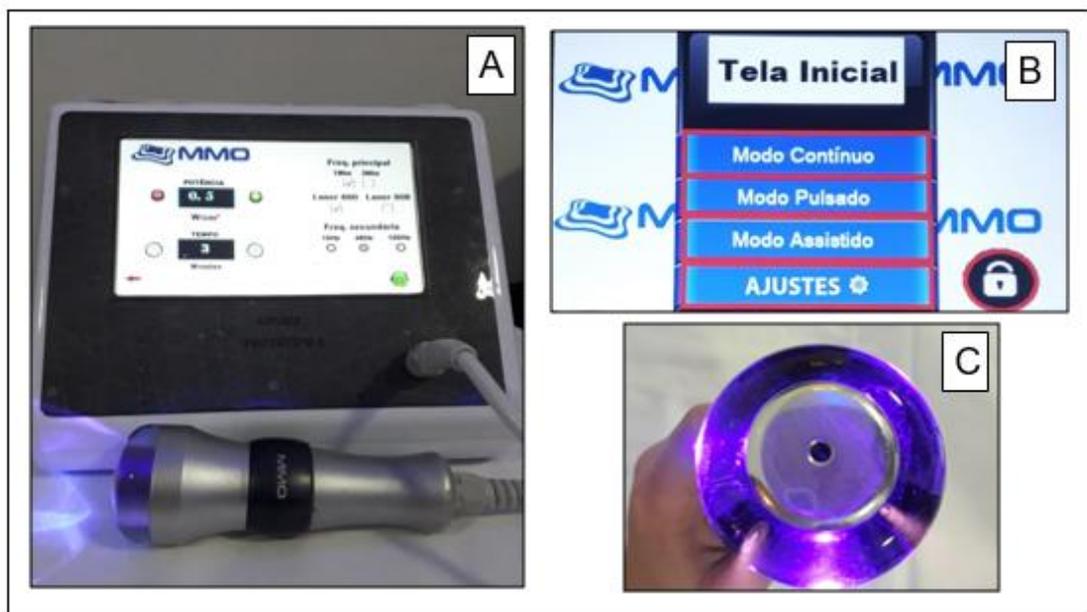


Figura 2.1: Em **A**, apresentação do protótipo pioneiro de ultrassom e laser produzido pela empresa MM Optics®, São Carlos, Brasil, e visualizar a possibilidade dos parâmetros que são modulados através da potência (W/cm^2); tempo (minutos); frequência principal (MHz); frequência secundária (Hz); laser vermelho e infravermelho. E em **B**, é visualizado a tela inicial para definir modo do ultrassom. Em **C**, demonstra o transdutor do aparelho conectado a energia elétrica, a ERA ultrassônica apresenta 2,6 cm diâmetro e no centro a fonte luminosa.

A Figura 2.1A e B, apresenta o dispositivo protótipo e os parâmetros que podem ser modulados de laser e ultrassom. Em C, é visualizado a sonda com área de radiação efetiva (ERA) de 2,6 cm de diâmetro e no centro da mesma há o ponto de emissão luminosa do laser no vermelho e infravermelho.

O protótipo que conjuga ultrassom e laser, à partir do momento que está conectado a fonte de energia, é possível visualizar a luz violeta, entretanto, a modulação terapêutica ocorre por um diodo laser com comprimento de onda na faixa do vermelho (luz visível) e um diodo laser na faixa do infravermelho próximo (luz invisível).

Este protótipo permite um único comprimento de onda do laser ou os dois comprimentos de onda no mesmo período, no modo contínuo (CW). Cada diodo laser apresenta potência de 100 mW e a área de saída dos lasers é de 0,1256 cm². A equação 1 mostra a taxa de entrega de energia numa superfície, conhecida como irradiância ou taxa de fluência.

$$[I] = \frac{[P]}{[A]} = \frac{mW}{cm^2} \quad (1)$$

Sendo assim, nessas condições no equipamento utilizado é de 796,18 mW/cm².

Já a programação ultrassônica permite escolher ondas no modo pulsado ou contínuo, a intensidade (W/cm²) varia de acordo a área ser tratada, e a frequência pode ser determinada com 1 MHz para estimulação terapêutica com maior profundidade nos tecidos ou 3 MHz com atuação terapêutica de penetração mais superficial.

2.1.2 Materiais para caracterização

Os materiais para caracterização óptica do equipamento que conjuga ultrassom e laser foram os seguintes:

- Espectrofotômetro: este equipamento realiza coleta espectral entre 350 nm à 1000 nm, isto é, realiza toda a região do visível e também do infravermelho próximo.

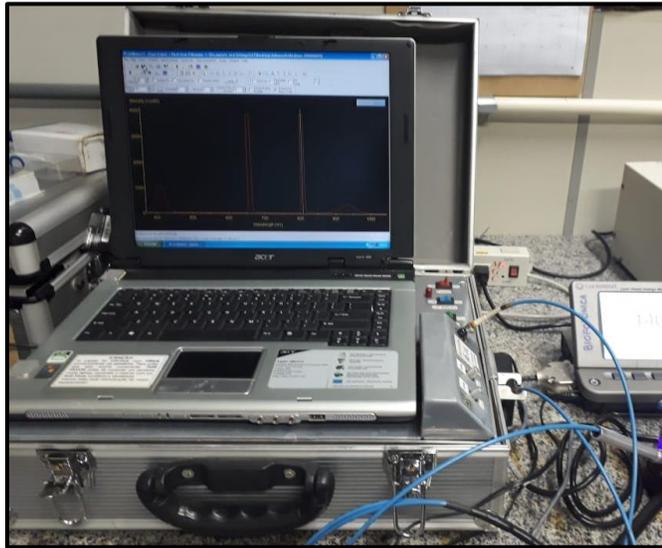


Figura 2.2: Maleta de diagnóstico, espectrofotômetro, da região do visível e infravermelho próximo (aproximadamente de 350 nm à 1000 nm). Marca Ocean Optics, USB- 2000. Programa OOI Base.

Foi analisado os espectros das luzes emitidas do equipamento que conjuga ultrassom e laser, à partir do momento que esteja conectado a fonte de energia, e também as fontes de luz para fins terapêuticos como o laser vermelho, laser infravermelho e ambos ligados ao mesmo tempo.

A fim de analisar melhor a interação dessa terapia com o tecido biológico, foram realizadas algumas medidas com *phantom*.

- *Phantom*: é um meio que simula as propriedades do tecido biológico. Sua importância é auxiliar o estudo e facilitar o entendimento das interações da luz com os tecidos. Existem vários tipos de *phantoms* e consistem de uma matriz como água, hidrogel, e polímeros sendo estes espalhadores e absorvedores.

A experimentação com *phantom* é realizada para análise do formato da distribuição de luz com o laser visível vermelho, simulando essa distribuição no tecido biológico. O *phantom* bege tem características mais semelhantes a pigmentação da pele humana (caucasianos) e apresenta medidas com 50,0 mm de diâmetro e 34,0 mm de altura. Por outro lado, o *phantom* na cor branca, ou seja, *phantom* sem pigmentação tem 39,0 mm de diâmetro e 23,0 mm de altura apresentado na Figura 2.3.

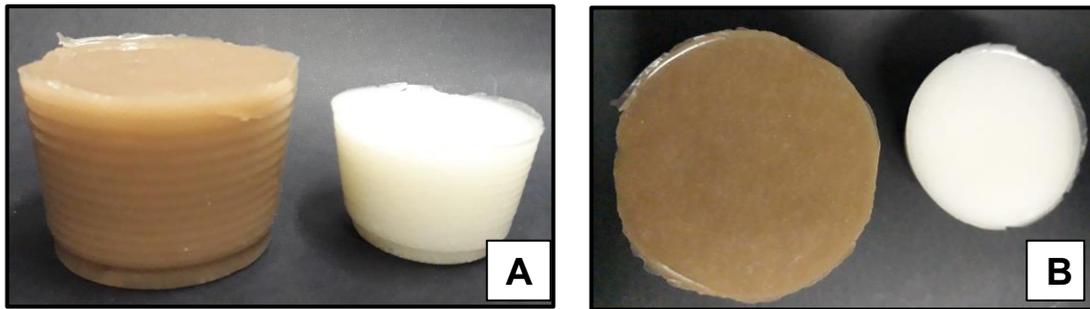


Figura 2.3: Em **A** vista lateral do *phantom* com superfície irregular e **B** vista superior do *phantom* com superfície lisa.

Foi possível verificar a distribuição da luz vermelha nos dois tipos de *phantom*, pois os fenômenos ópticos, como absorção, espalhamento são muito importantes. Primeiramente, foram retiradas imagens com o *phantom* branco e bege para ver a diferença. Após foram fotografadas imagens do *phantom* bege com e sem gel, com a emissão do laser vermelho na face rugosa, para melhor mimetizar a superfície da pele de humanos.

Realizou-se também experimento de avaliação visual da transmitância por meio de imagens com irradiação da luz laser, na faixa do vermelho, no tecido biológico em três pigmentações de pele, sendo eles: fototipo II, fototipo IV, e fototipo VI. Segundo a classificação dos fototipos de Fitzpatrick a cor branca corresponde a fototipo I, II, III; cor marrom média ao fototipo IV; cor marrom escuro ao fototipo V; e negra ao fototipo VI (DEVITA JR, LAWEWNCE, ROSENBERG, 2015). A aplicação do laser ocorreu na face anterior da região do terço médio distal do membro superior esquerdo e palma da mão esquerda, coletadas e analisadas na face medial, respectivamente (Figura 2.4).

- Dispositivo da marca Xiaomi® (modelo Pocophone F1) registrou as imagens, a câmera possui 12 Mp, resolução 4032 x 3024 pixel, tamanho do sensor de $\frac{1}{2}.55$, abertura 1.9.

As imagens foram registradas sem a utilização de gel e com gel condutor, e após as mesmas foram tratadas utilizando o programa Python para a análise da intensidade da luz laser irradiada. As três voluntárias apresentavam idade média de 45 anos. Na

Figura 2.4 são demonstrados os três fototipos irradiados no terço médio distal do braço esquerdo e na palma da mão esquerda.

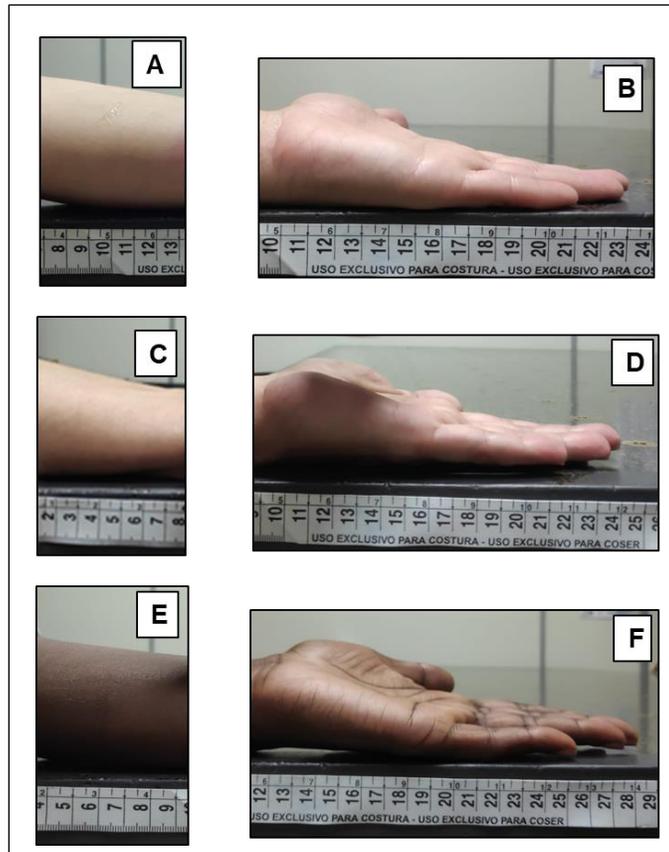


Figura 2.4: Fototipos que receberam aplicação da luz vermelha do protótipo para análise da absorção e espalhamento, aplicação do laser na face anterior nas regiões de terço médio do braço distal e palma da mão esquerda, análise de ambos em face medial do membro superior esquerdo. Em **A** e **B**, fototipo II (pele clara). Em **C** e **D**, fototipo IV (pele cor média). Em **E** e **F**, fototipo VI (pele negra)

Na Figura 2.4 mostra o local da coleta das imagens para análise de penetração e absorção da luz nos três fototipos analisados, foi realizado em ambiente escuro, ou seja, com ausência de luz e temperatura controlada em 23° C. As diferenças na pigmentação da pele podem alterar a transmitância (absorção e espalhamento) da luz no tecido biológico, conseqüentemente, através deste experimento o objetivo foi analisar a distribuição da luz nos fototipos citados acima, sem a utilização de gel condutor e com o gel condutor, pois neste protótipo é obrigatório a utilização do mesmo.

2.2 Experimento 2

Experimento Clínico de natureza quantitativa, descritiva e transversal.

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética (resolução 466/2012) da Santa Casa de Misericórdia de São Carlos, São Paulo, Brasil (CAAE 13789319.5.0000.8148). Todas as participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) que está no ANEXO I.

2.2.1 População e amostra

Foram selecionadas por triagem 45 voluntárias, gênero feminino com faixa etária de 40 à 65 anos para realização do experimento clínico no tratamento de Fibromialgia na Unidade de Terapia Fotodinâmica da Santa Casa de São Carlos, em parceria com IFSC da Universidade de São Paulo, de São Carlos.

2.2.2 Critérios de Inclusão

Os fatores de inclusão foram: residir na cidade de São Carlos ou cidades e distritos próximos; disponibilidade para o tratamento com frequência de 3 vezes na semana, por 10 sessões; apresentar diagnóstico de fibromialgia por profissional médico.

2.2.3 Critérios de Exclusão

Os fatores de exclusão que pudessem distorcer e/ou alterar os resultados, advindos de outras situações patológicas, porém com sintomas similares, foram: apresentar doenças reumáticas como lúpus; artrite reumatoide; trombose venosa profunda (TVP); hérnia de disco cervical; hérnia de disco lombar em fase aguda; estar em tratamento ou suspeita de câncer; e por fim, hipotireoidismo descontrolado.

2.2.4 Perfil das amostras de cada grupo

A Tabela 2. 1 apresenta o perfil das participantes destinadas aleatoriamente nos 3 grupos tratados e que concluíram todas as fases.

Tabela 2. 1: Refere-se a média das características físicas de cada grupo de tratamento

	G. Laser	G. Ultrassom	G. Ultrassom + Laser
N	11	11	11
Idade	53,45 ± 7	56,45 ± 8	54,58 ± 7,5
Peso	71,3 ± 27,3 Kg	73,15 ± 12 Kg	78,5 ± 9 Kg
Altura	1,60 ± 5 m	1,54 ± 9 m	1,6 ± 7 m
IMC	28,4 ± 12 Kg/m ²	30,69 ± 6 Kg/m ²	29,9 ± 6 Kg/m ²

A Tabela 2.1 demonstra o perfil das participantes nos três grupos de tratamento, sendo 11 voluntárias em cada grupo, a idade média variou entre 53,45±7 à 56,45±8 anos, o peso médio das voluntárias também foram proporcionais variando de 71,3± 27,3 Kg à 78,5±9 Kg, apresentaram altura média entre 1,54±9 m à 1,60±7 m. E finalmente, o Índice de Massa Corpórea (IMC) dos três grupos está entre o mínimo de 28,4±12 Kg/m² e o máximo de 30,69±6 kg/m², sendo que 25 a 29,9 Kg/m² significa sobrepeso, e acima de 30 Kg/m² aparece nesta escala como obesidade grau I.

2.2.5 Instrumentos

Os instrumentos utilizados para o projeto de pesquisa foram 8 questionários para: Avaliação geral; classificação de dor através da Escala Visual Analógica (EVA), Escala Multidimensional da Dor (EMD); *Fibromyalgia Impact Questionnaire* (FIQ); Índice de Qualidade de Sono de Pittsburgh (IQSP); Inventário de Depressão de Beck (BDI); Inventário de Ansiedade de Beck (BAI); Questionário Internacional de Atividade de Física (IPAQ).

A escala visual analógica varia de 0 à 10, sendo que 0 é ausência de dor e 10 é o máximo de dor sentida e referida naquele momento (ANEXO II).

A Escala Multidimensional da Dor (EMD) favorece o registro da avaliação em relação a localização, pontual ou generalizada nos membros, seja direito ou esquerdo, seja superior ou inferior da dor acometida (ANEXO III).

O FIQ analisa a qualidade de vida, sendo que, dez questões variam de 0 à 3, posteriormente normalizados valendo de 0 à 10; três questões valendo de 0 à 7 que normalizadas pontuam de 0 à 10; e outras 7 questões com score de 0 à 10. Portanto, quanto maior a pontuação mais inferior a qualidade de vida (ANEXO IV).

O IQSP é um questionário com vários tipos de perguntas como o horário de deitar na cama, porém quanto tempo leva para adormecer, quantas vezes desperta durante a noite, o horário que sai da vigília, e como permanece o dia em relação a sonolência e se há dificuldades de se manter acordado, uso de medicação ou não, entre outras perguntas. Diante disso, são realizadas normalizações em cada tópico e forma-se 7 componentes. O componente 1 avalia a qualidade subjetiva do sono; o componente 2 verifica a latência do sono; o componente 3 analisa a duração do sono; componente 4 a eficiência habitual do sono; o componente 5 os distúrbios do sono; o componente 6 o uso de medicação para dormir; e o componente 7 a disfunção durante o dia. Á partir disso, o score varia de 0 à 21, sendo que valores de 0 à 4 apresenta qualidade do sono boa, de 5 à 10 qualidade do sono ruim, e maior que 10 apresenta-se distúrbio do sono (ANEXO V).

Inventário de Depressão de Beck (BDI), realiza um levantamento da intensidade dos sintomas depressivos, sendo este fator muito comum em pacientes de dor crônica. É possível avaliar o humor, pessimismo, sentimentos de fracasso, insatisfação, culpa, punição, autodepreciação, auto-acusação, autopunição, crises de choro, irritabilidade, isolamento social, indecisão, inibição no trabalho, distúrbios do sono, fatigabilidade, falta de apetite, perda de peso, preocupação somática, perda da libido. O questionário é composto por 21 itens e a pontuação máxima alcança 63. Sendo assim, de 0 à 9 caracteriza não estar deprimido, de 10 à 19 apresenta depressão leve, 20 à 30 depressão moderada, e finalmente, 31 à 63 depressão severa. (ANEXO VI).

Inventário de Ansiedade de Beck (BAI), a auto-avaliação do paciente é destinada para verificar o nível de ansiedade, muito similar ao BDI. Desta forma, são direcionadas 21 perguntas e o score pode alcançar à 63, determinando 4 níveis de ansiedade. De 0 à 9 refere-se a ansiedade mínima; de 10 à 19 pontos, ansiedade leve; de 20 à 30 ansiedade moderada; e por fim, de 31 à 63 pontos, severa (ANEXO VII).

O Questionário Internacional de Atividade de Física (IPAQ) permite estimar o tempo semanal gasto em atividade física de intensidade moderada e vigorosa, e também, o tempo de atividades passivas (ANEXO VIII). Desta forma, é muito importante analisar a atividade e exercícios físicos das participantes que possuem fibromialgia, mesmo porque a hipersensibilidade dolorosa favorece ao sedentarismo.

O dispositivo protótipo que conjuga ultrassom e laser permite a emissão simultânea de laser e ultrassom foi utilizado em todos os grupos. Portanto, no Grupo Laser somente utilizando emissão eletromagnética, o Grupo Ultrassom somente irradiação mecânica e o Grupo Ultrassom + Laser há emissão simultânea de laser e ultrassom nas palmas das mãos.

Desta forma, aleatoriamente as voluntárias foram direcionadas para os grupos de tratamento clínico. O protocolo terapêutico foi de três vezes por semana, no tempo de 3 minutos em cada palma da mão, por 10 sessões.

A Tabela 2.2 demonstra os parâmetros utilizados no experimento clínico com os três grupos analisados.

Tabela 2. 2: A tabela demonstra os parâmetros utilizados para a comparação das terapias

	G. Laser	G. Ultrassom	G. Ultrassom + Laser
Parâmetros Laser	Laser contínuo Potência 100 mW Comprimento de onda 660 nm Energia: 18 J		Laser contínuo Potência 100 mW Comprimento de onda 660 nm Energia: 18 J
Parâmetros Ultrassom		Frequência: 1 MHz Modo pulsado Intensidade 0,5 W/cm ² Ciclo de pulso 100 %	Frequência: 1 MHz Modo pulsado Intensidade 0,5 W/cm ² Ciclo de pulso 100 %
Tempo	3 minutos	3 minutos	3 minutos

A Tabela 2.2 expõe os parâmetros de cada grupo, sendo eles:

- Grupo Laser: O protocolo de tratamento utilizou-se do laser contínuo de 100 mW (potência), no comprimento de onda de 660 nm (laser vermelho), duração de 3 minutos, e dose de 18 Joules em cada palma da mão, embora tenha sido realizado em ambas as mãos.

- Grupo Ultrassom: O protocolo de tratamento com ultrassom terapêutico foi determinado frequência de 1 MHz, modo pulsado, ciclo de trabalho de 100 %, intensidade de 0,5 W/cm² por 3 minutos para cada palma da mão.

- Grupo Ultrassom e Laser: Os parâmetros utilizado para o efeito sinérgico foi a união dos protocolos mencionados acima, lembrando que, em todos os protocolos foi utilizado gel condutor e o transdutor sempre em movimento lento para penetração da irradiação luminosa através do laser e mecânico do ultrassom terapêutico.

2.2.6 Procedimento

Após a inserção das participantes no projeto clínico foram submetidas a questionários relacionados a sintomatologia da fibromialgia como: escala visual analógica

(EVA), em cada dia de aplicação; escala multidimensional da dor; o FIQ com domínios para capacidade funcional diária e atividade social; Índice de Qualidade de Sono de Pittsburgh para análise da qualidade o sono, Inventário de Depressão e Ansiedade de Beck, e por fim, Questionário Internacional de Atividade Física. Visto que, todos os questionários foram realizados antes e após as 10 sessões de tratamento.

Foi distribuído uma cartilha, no primeiro dia de tratamento, composta de alongamentos gerais e orientações posturais nas posições sentada e deitada para todas as pacientes na finalidade diminuir variáveis, pois algumas voluntárias não realizavam ao mínimo espreguiçar pela manhã. Isso também, para o incentivo do autocuidado devido a esta síndrome multifatorial (APÊNDICE I).

2.2.7 Padrão de aplicação terapêutica

Todas as voluntárias foram orientadas a sentar-se de forma relaxada, com os braços estendidos sobre a mesa com as palmas das mãos para cima. Após retirar anéis e relógio iniciava a aplicação do equipamento em cada palma da mão.

A Figura 2.5 demonstra a anatomia, os dermatomos, regiões da palma da mão e o local de aplicação do dispositivo protótipo para o tratamento.

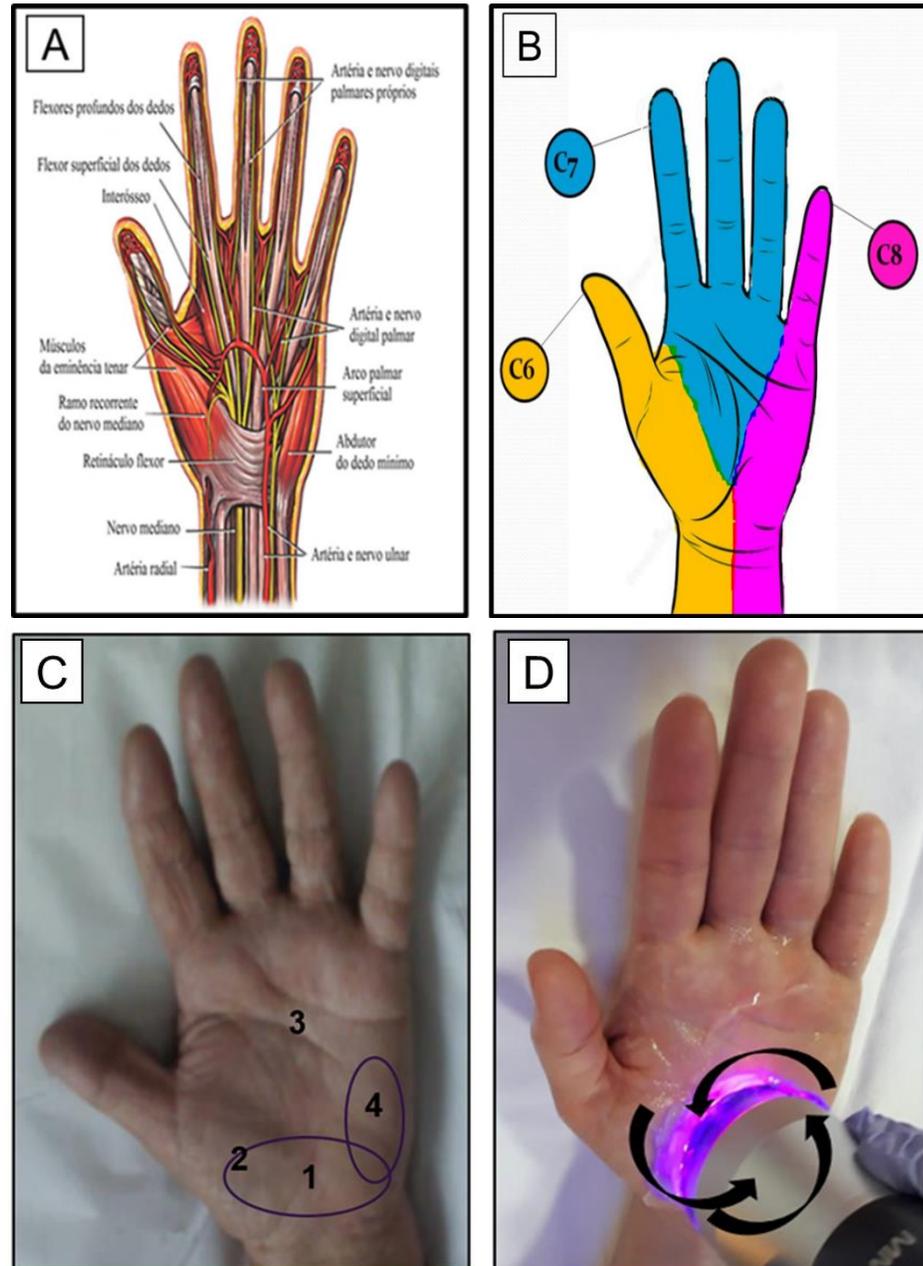


Figura 2.5: Em **A**, anatomia da palma da mão esquerda com principais vasos, nervos, tendões e músculos (Fonte: Revista Fisioterapia para Todos). Em **B**, demonstração dos dermatomos de C6, C7, e C8, originados da coluna vertebral. Em **C**, representação das regiões numeradas, sendo 1 carpo, 2 tenar, 3 metacarpo e 4 hipotenar. E em **D**, demonstração da aplicação em todos os grupos e a região em destaque demonstra o local e a movimentação do transdutor durante a aplicação do protótipo (Fonte: Elaborada pelo autor).

A Figura 2.5A, exibe a anatomia da palma da mão esquerda com vasos sanguíneos, nervos, tendões e músculos intrínsecos principais. Em B, apresentação dos

dermátomos (área da pele inervada por fibras nervosas que se originam de um único gânglio dorsal na região cervical) C6, C7 e C8. Em C, regiões da palma da mão, sendo elas: carpo, metacarpo, tenar e hipotenar e em destaque está a região de aplicação visivelmente na região do carpo, tênar e hipotênar, pois é uma região de extrema importância com a passagem do nervo mediano e ulnar; conexão das artérias ulnar e radial, concentração de músculos, tendões e bainhas, e por fim, o local da pesquisa de maior concentração de arteríolas-vênulas com excesso de fibras nervosas sensoriais. E em D, aplicação do equipamento na palma da mão.

A técnica de aplicação é realizada com posicionamento do transdutor a 90°; gel condutor transparente entre a sonda e a palma da mão; os movimentos foram realizados continuamente de forma lenta e circular na região citada anteriormente. A utilização de óculos de proteção é indispensável para todas as participantes dos três grupos e para o terapeuta.

Após as dez sessões as participantes foram acompanhadas e reavaliadas por mais 4 semanas para entendimento dos efeitos da terapia a médio prazo e submetidas semanalmente aos questionários para análise da dor e qualidade de vida, através da EVA e o FIQ.

Os dados foram expressados como média e desvio padrão. Foram submetidos a teste de normalidade de Kolmogorof-Smirnof. Para estabelecer as diferenças significativas entre os grupos na análise pós tratamento foi utilizado o ANOVA *one way* e teste *post-hoc* de Tukey. Para o restante das análises foram utilizados testes de ANOVA *two way* e teste *post-hoc* de Tukey. Os valores apresentados foram considerados significativos quando $p \leq 0,05$. Utilizou-se o software GraphPad Prism. (Versão 7.04 for Windows).

Capítulo 3 - Resultados e Discussão

3.1 Experimento 1

A caracterização óptica do equipamento que conjuga ultrassom e laser é de grande importância para entender melhor os efeitos do equipamento no tecido biológico e especialmente, nos resultados que serão apresentados posteriormente.

O experimento com o espectrofotômetro, maleta de diagnóstico espectral, demonstrou o comprimento de onda de cada fonte de luz. É possível identificar o sinalizador de que o equipamento está ligado a fonte de energia através da Figura 3.1.

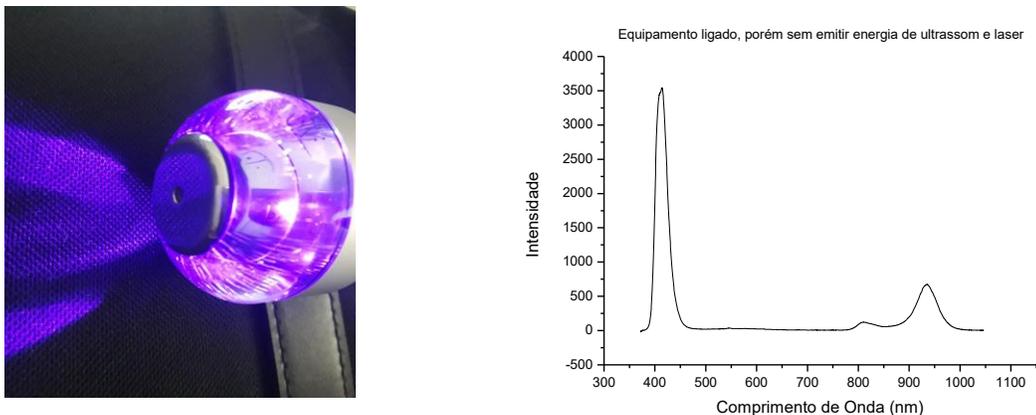


Figura 3.1: Equipamento conectado à fonte de energia com LED violeta e o espectro respectivo.

A Figura 3.1 demonstra o equipamento que conjuga ultrassom e laser conectado a fonte de energia. O LED violeta apresenta pico na banda espectral em 413 nm e um pequeno pico no infravermelho próximo.

Além do LED violeta claramente visualizado anteriormente é possível verificar que este protótipo possui outros comprimentos de onda apresentados na Figura 3.2.

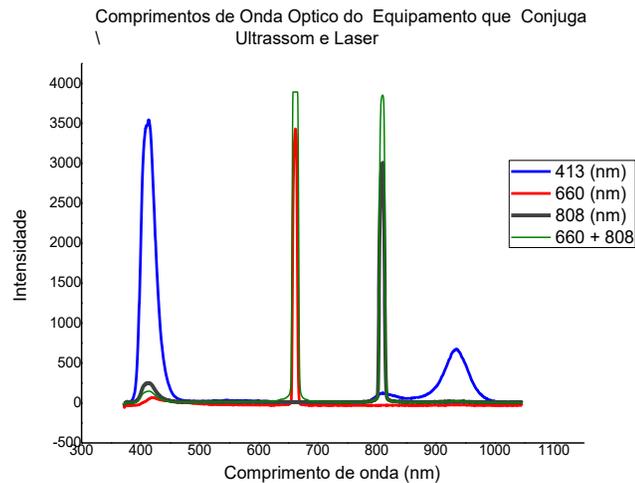


Figura 3.2: Espectro com representação do LED Violeta, Laser Vermelho 660 nm, Laser Infravermelho 808 nm e Laser 660 + 808 nm.

A Figura 3.2 demonstra as fontes de laser e LED violeta. O laser vermelho tem pico espectral com comprimento de onda em 660 nm e o laser infravermelho tem pico em 808 nm. Além de poder ser emitidos de forma isoladas os mesmos podem ser emitidos de forma sinérgica. Através da figura acima é possível visualizar que a fonte de luz LED é menos colimada em relação a fonte de luz laser, caracterizada coerente e colimada tanto em 660nm quanto em 808 nm. Alguns autores relatam que o laser e o LED diferem em suas propriedades, pois, o laser tem feixe de luz monocromático, tem coerência em relação ao tempo e espaço e colimado referente a unidirecionalidade da luz. Essas características conferem a eficiência e precisão na irradiação de tecidos. Já os LEDs apresentam relação custo benefícios melhores e propriedades terapêuticas eficazes, porém, os feixes de luz são mais espalhados e irradia áreas maiores (VLADIMIROV; OSIPOV; KLEBANOV, 2004; BAROLET, 2008; AVCI *et al.*, 2013).

A distribuição da penetração da luz laser vermelha também é muito importante e através da emissão em *phantom* na cor bege e branco é possível entender os fenômenos de espelhamento e absorção com a Figura 3.3.

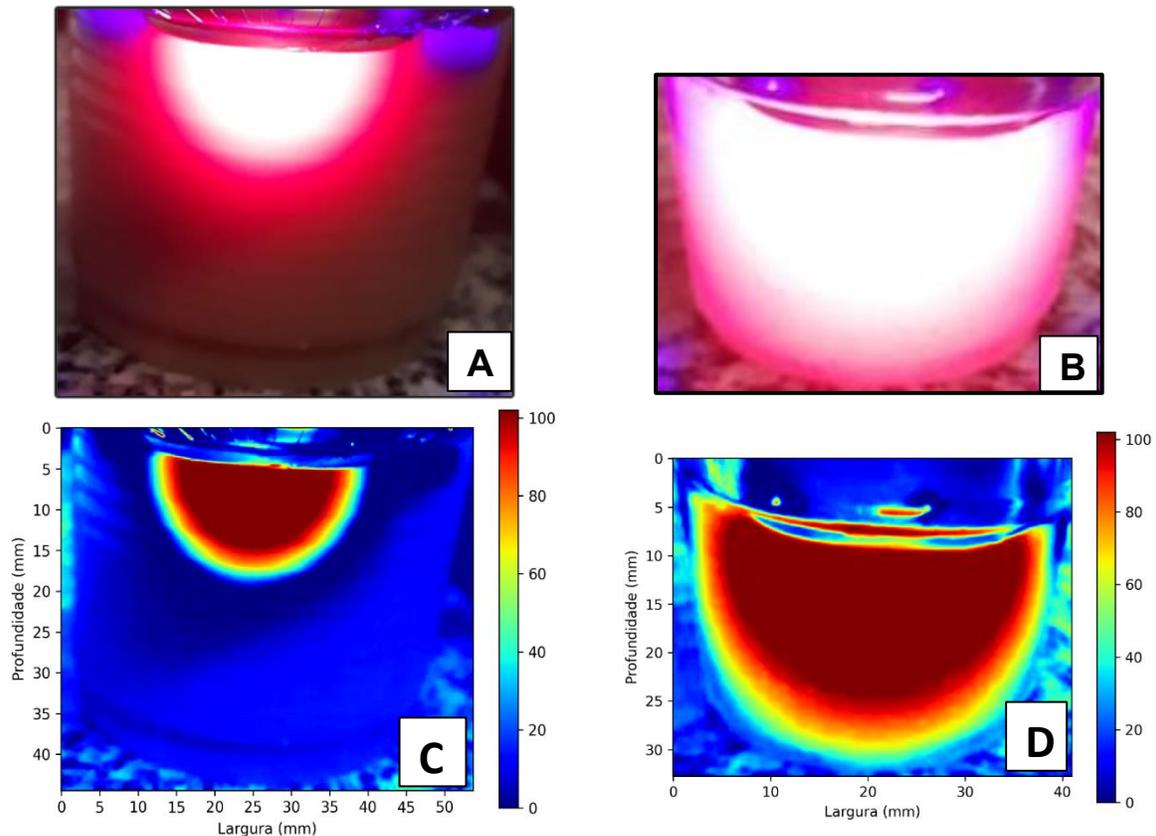


Figura 3.3: Emissão luminosa do laser vermelho em face lisa do *phantom* bege e branco. Em **A** e **B** é possível verificar a diferença de espalhamento nos *phantoms*, em **A** ocorre absorção e pouco espalhamento e **B** ocorre espalhamento em quase o *phantom* todo. Em **C** e **D**, através do programa Python é possível tratar e analisar a imagem calculada em pixels e é nítido que o *phantom* bege (**C**) houve penetração de 15,0 mm, enquanto que em **D** aproximadamente 25,0 mm com a mesma fonte de luz.

A Figura 3.3 demonstra que o *phantom* bege absorve a luz laser vermelha, enquanto que o *phantom* branco somente espalha a luz. Devido a este achado, a quantidade de melanina existente do tecido biológico é determinante para a absorção da luz. Segundo Pogue e Patterson (2006) afirmam que não existem *phantoms* perfeitos, pois estes necessariamente teriam que apresentar a mesma composição do tecido biológico, porém os componentes espalhadores mais usados são as emulsões lipídicas, pós inorgânicos (alumina e dióxido de titânio) e microesferas de polímeros (poliestireno). Em contrapartida, os componentes absorvedores podem variar de sangue e células até corantes moleculares e tintas. Diante disso, com a observação gráfica em pixel de C e D, apesar de os *phantoms* terem dimensões diferentes, o fato de existir um pigmento no

phantom bege demonstra que este realiza a absorção e diminui expressivamente o espalhamento e até mesmo pode ser equiparado com as características da melanina da pele humana que também representam esta função de absorção dependendo do fototipo irradiado.

A terapia sinérgica para fibromialgia além de utilizar US e o laser de baixa intensidade é necessário adicionar o gel condutor para melhor passagem das ondas ultrassônicas. É possível analisar o *phantom* bege com e sem gel na Figura 3.4.

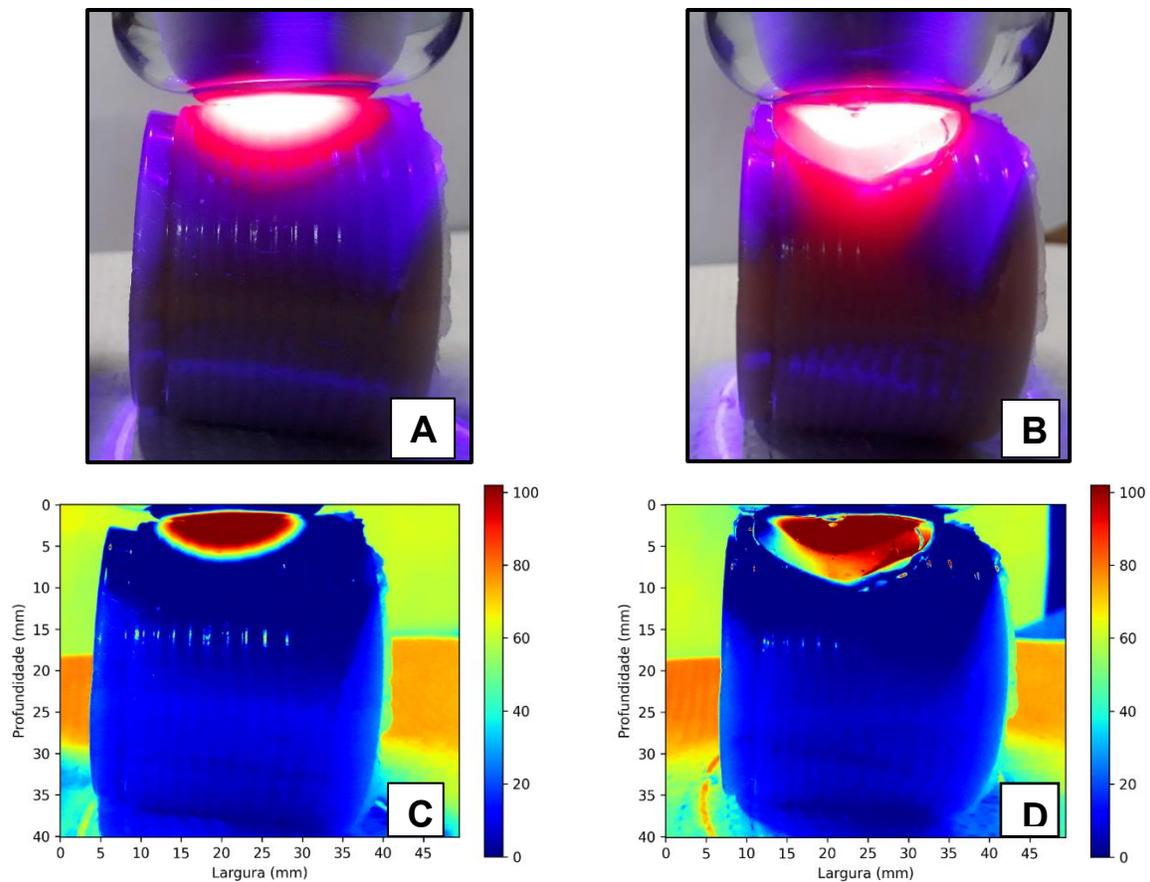


Figura 3.4: Apresentação da penetração do laser vermelho no *phantom* bege em **A** com gel e em **B** sem gel. Com o tratamento da imagem e análise em pixels no programa Python em **C** e **D** é possível verificar que o gel deixa o feixe luminoso mais focalizado, com menos espalhamento lateral.

A Figura 3.4A mostra a sonda do equipamento que conjuga ultrassom e laser em contato com o *phantom* sem gel que visivelmente tem penetração menor comparado com o *phantom* com gel condutor, demonstrado em B, e este último a luz atinge o centro do

phantom. A irradiação foi realizada em ambos na superfície rugosa, pois a pele humana é caracterizada com rugosidade. Porém, em C e D através da análise em pixels pelo programa Python a penetração do *phantom* sem gel alcança 7,0 mm e com gel tem penetração maior no centro em aproximadamente 10,0 mm.

Desta forma, Chen (1992) e Niemz (2003) relata que a distribuição do feixe de luz depende da fonte emissora e também do meio no qual será incidido, e a partir disto, é possível dizer que o tecido biológico é um meio túrbido devido as diversas estruturas e variações em cada parte do corpo.

Por esse motivo, houve a necessidade de realizar o mesmo experimento no tecido biológico para melhor interpretação dos efeitos da irradiação fotônica. Através da Figura 3.5 é possível visualizar a distribuição do feixe de luz em três tipos de pigmentações de pele humana, especificamente na palma da mão esquerda sem e com utilização de gel condutor.

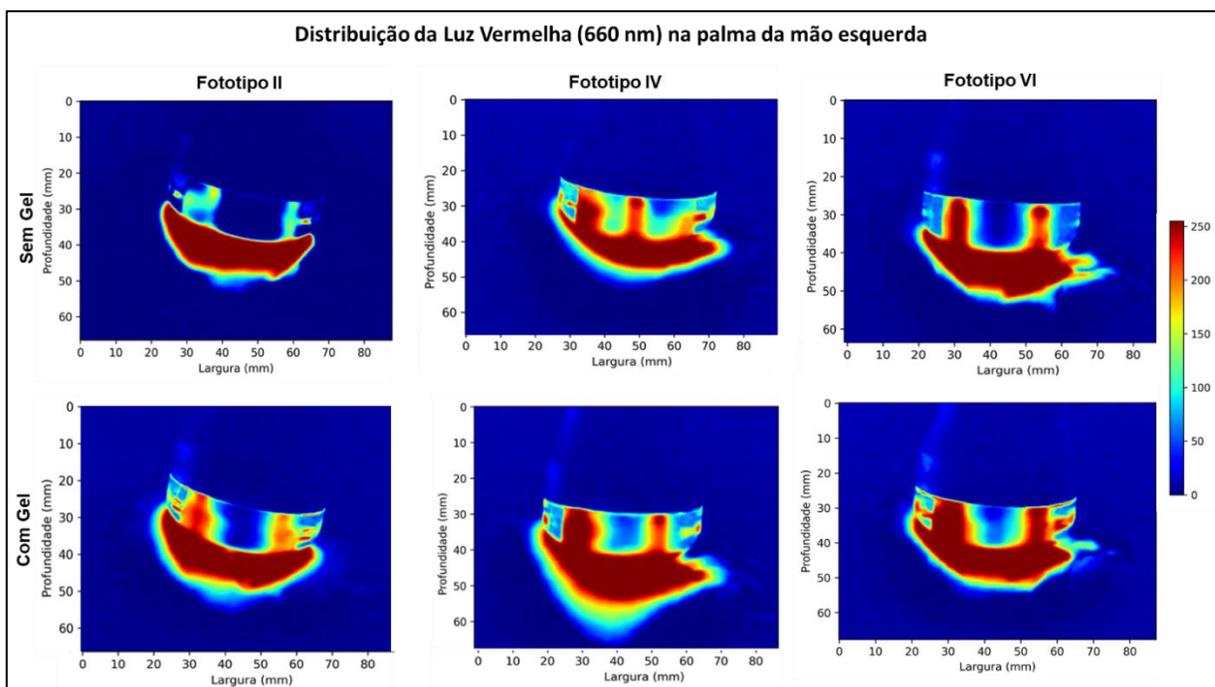


Figura 3.5: Distribuição da luz na palma da mão em três tipos de pigmentações da pele (fototipos), foi realizado tratamento da imagem e análise em pixels no programa Python. Não há diferença significativa na avaliação visual sem e com gel condutor. Fototipo IV apresenta distribuição similar ao *phantom* da cor bege.

A Figura 3.5 demonstra que não há diferença significativa, na avaliação visual, sem e com a utilização do gel condutor. O espelhamento da luz na região do emissor penetrou 9,0 mm em todos os fototipos sem gel, contudo, a penetração de luz com gel alcançou 8,0 mm, 11,0 mm e 8,0 mm nos fototipos II, IV, VI, respectivamente. Portanto, a irradiação na palma da mão nos diferentes fototipos se apresentaram similares, devido que essa região é composta por pigmentação mais clara, independente do fototipo. A semelhança na distribuição da luz dos fototipos II e VI, sugere-se que devido a atividade laboral com terapias manuais, poderiam aumentar a espessura da pele e até mesmo aprofundar as pregas cutâneas nessa região.

A camada mais externa da pele é chamada de epiderme e sua principal função é ser barreira protetora do corpo. A epiderme é subdividida em camadas histologicamente diferentes, sendo elas: basal, espinhosa, granulosa e córnea. Porém, nas palmas das mãos e na região plantar dos pés, é adicionada a camada do estrato lúcido caracterizando a pele como mais espessa (BORGES, 2007; MANOEL, PAOLILLO, MENEZES, 2014).

Nas evidências encontradas por Silva (2014) o gel a base de água não reduz a profundidade do laser no tecido alvo de forma significativa, pois contribui com espalhamento, conseqüentemente, ampliação e homogeneização do contorno no tecido irradiado.

Diante disso, é necessário a análise da distribuição da luz nas palmas das mãos no qual foi realizado o experimento clínico, mas também por ser uma nova tecnologia a análise da distribuição do tecido biológico correlacionado aos diversos fototipos também é de extrema importância. Através da Figura 3.6 é possível verificar a distribuição da luz na face anterior do terço médio distal do membro superior esquerdo em três fototipos diferentes, com e sem gel condutor.

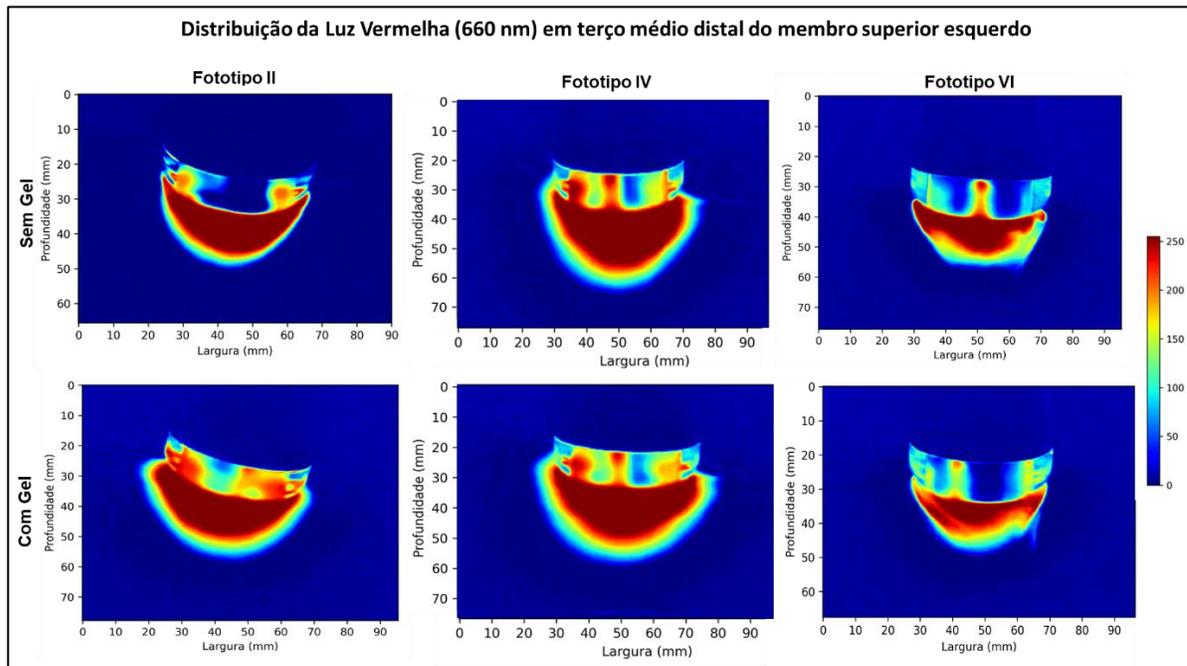


Figura 3.6: Distribuição da luz em nos fototipos II, IV, VI sem e com gel condutor. Na avaliação visual cada tipo de pigmentação de pele teve distribuições diferentes através da análise em pixel pelo programa Python.

Na Figura 3.6 mostra a distribuição da luz em diferentes pigmentos de pele. No Fototipo II na direção do emissor de luz houve penetração de 12,0 mm e 13,0mm; no Fototipo IV, penetrou 14,0 mm e 15,0 mm; e por fim, no Fototipo VI, 10,0 mm e 9,0 mm, sem e com gel, respectivamente. Esperava-se que a pele menos pigmentada (Fototipo II) apresentasse maior transmitância (espelhamento e absorção) do que peles mais pigmentadas, porém outros fatores podem ter interferido no resultado. Desta forma, seria necessária uma análise estatística para verificar a transmitância em diferentes fototipos.

Diante disso, através da análise qualitativa da irradiação do laser vermelho, na palma da mão e no terço médio distal do membro superior esquerdo, é possível verificar que na palma da mão a penetração não é alterada em relação ao fototipo e que o gel não altera expressivamente a penetração da mesma. Em contrapartida, a penetração da luz no membro superior teve maior variação em relação aos fototipos, e a aplicação do gel demonstrou leve aprofundamento na direção do feixe de luz nos fototipos II e IV, semelhante ao experimento com *phantoms*, especificamente visualizado no *phantom* bege.

Sabe – se que a pigmentação da pele pode alterar a distribuição da luz no tecido irradiado, o estrato córneo (pele) com pigmentação mais clara contribui com a transmitância (absorção e espalhamento que ocorrem no interior do tecido), já a pele mais pigmentada, ou seja, com maior quantidade de melanina apresentam menor espalhamento e maior absorção superficial. O laser vermelho tem maior energia quântica por fótons e provoca mais facilmente alterações eletroquímicas nos tecidos (NUSSBAUM, BAXTER, LILGE, 2003).

A sensibilidade também pode ser alterada durante a irradiação devido a pigmentação da pele, em fototipos mais altos como a absorção é mais superficial é comum elevar a temperatura mesmo na irradiação de laser vermelho, pois os melanossomas convertem por difusão o calor da camada superficial distribuindo rapidamente na epiderme (BARROS *et al.*, 2018).

O gel condutor deve ser utilizado sempre entre o transdutor e a superfície corpórea quando se utiliza UST, o transdutor deve estar sempre em ângulo de 90° em relação ao tecido para distribuir, da melhor forma, as ondas mecânicas e ondas advindas do laser. A aplicação terapêutica com equipamento de ultrassom e laser pode ser realizada com movimentos circulares, longitudinais e até mesmo transversais, lentamente e uniformemente em contato direto com o tecido (BRUNO *et al.*, 2018). O gel utilizado no equipamento pode conter ou não produtos ativadores, todavia, é necessário que seja incolor e a base de água para não eliminar ou reduzir a função do laser no tecido alvo (SILVA, 2014).

A fonoforese é uma técnica que realiza desestruturação da barreira mais externa através de gel acoplador com fármaco entre a pele e o transdutor do ultrassom. Sendo assim, apresenta grande reconhecimento, pois contribui para a permeação de princípios ativos sobre o tecido irradiado (GUIRRO, GUIRRO, 2006)

3.2 Experimento 2

Após o experimento clínico, com as 33 (trinta e três) participantes que finalizaram todas as etapas do projeto clínico, podemos observar e analisar os dados do pré e o pós-

tratamento dos 3 grupos com intervenções diferentes, porém com o mesmo equipamento protótipo.

Através da escala visual analógica e o *Fibromyalgia Impact Questionnaire* podemos analisar a dor e qualidade de vida das pacientes com esta síndrome, através dos grupos tratados com terapias isoladas (G. Laser e G. Ultrassom) e terapia sinérgica de ultrassom e laser (G. Ultrassom + Laser). É possível verificar as médias iniciais e finais de cada grupo de tratamento na Tabela 3.1.

Tabela 3. 1: Valores médios inicial e final de cada grupo de tratamento

	Escala Visual Analógica		Questionário de Impacto da Fibromialgia	
	EVA Inicial	EVA Final	FIQ Inicial	FIQ Final
Grupo Laser	8,7	2,9	101,9	60,56
Grupo Ultrassom	8,3	2,5	98,45	41,72
Grupo Ultrassom + Laser	8,4	1,0	104,85	30,82

A Tabela 3.1 apresenta o Grupo Laser com o valor médio inicial para EVA de 8,7 e EVA final de 2,9. Já, o Grupo Ultrassom EVA com 8,3 e a média final de 2,5. E, por fim, o Grupo Ultrassom + Laser apresentou inicialmente EVA com média de 8,4 e final de 1. Sendo assim, a escala varia de 0 à 10 para avaliar a intensidade de dor sentida e relatada pelo paciente, considerando que 0 e 1 significa nula, 2 e 3 caracterizada por dor mínima, de 4 a 7 dor moderada, e por fim, 8 à 10 dor intensa. À vista disso, pode-se dizer que todos os grupos iniciaram o tratamento com dor intensa. Posteriormente, os grupos com terapias isoladas, sendo eles, Grupo Laser e Ultrassom finalizaram com dor mínima e somente o Grupo Ultrassom + Laser resultou em dor nula.

A EVA é uma escala de fácil entendimento para o paciente e adequada a representação da intensidade dolorosa no momento. É um instrumento unidimensional e é um parâmetro eficiente para análise da melhora ou piora da dor relatada (FARRAR, 2010).

Já em relação ao *FIQ*, instrumento específico para a síndrome da fibromialgia, é possível mensurar o impacto na funcionalidade destes pacientes (HOMANN *et al.*, 2011). Os grupos tratados demonstrados na Tabela 3.1 apresenta no Grupo Laser com média inicial de 101,9 e final de 60,56, obtendo redução de 41,34 pontos. O Grupo Ultrassom, com média inicial de 98,45 e final de 41,72, obtendo variação de 56,73 pontos. O grupo tratado com sinergia de Ultrassom e Laser apresentou média de 104,85 pontos no início e finalizados com 30,82 pontos, ocorrendo redução de 74,03 pontos em relação ao início do tratamento, sendo assim, apresenta melhora nas AVDs, na relação psico-social familiar e de trabalho.

A Figura 3.7 mostra claramente a redução da dor através da EVA no pós tratamento dos três grupos tratados de formas diferentes. Os dados apresentaram significância estatística em relação ao início de tratamento para valor de delta (%), $\Delta = ((\text{Média Final} - \text{Média Inicial}) / \text{Média Inicial} \times 100)$.

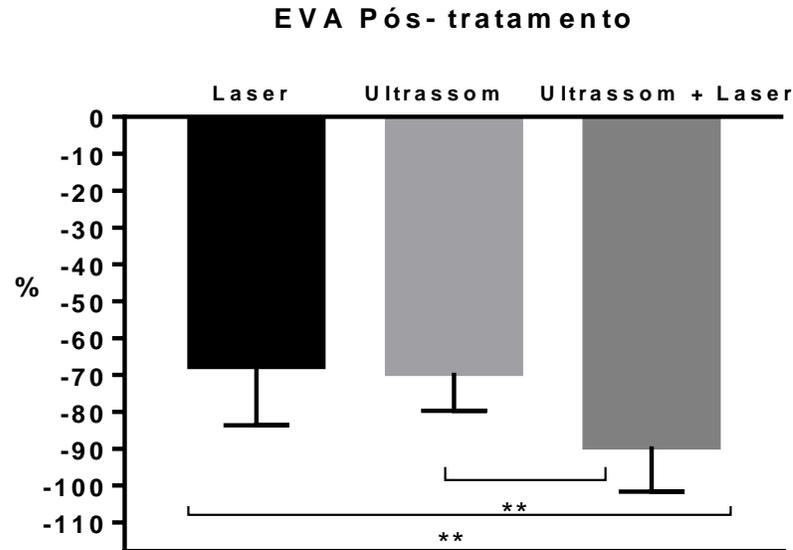


Figura 3.7: Dados obtidos com desvio padrão do limiar de dor através da EVA, o Grupo Ultrassom + Laser apresenta diferença significativa para os grupos laser e ultrassom ** $p < 0,01$.

É evidente na Figura 3.7 que as terapias isoladas apresentaram uma redução muito similares, entre 67,5% no Grupo Laser e 69,4% no Grupo Ultrassom em relação a dor e o grupo tratado com terapia sinérgica apresenta redução de 89,32% na atenuação

da dor. Visto que, o Grupo Ultrssom+Laser tem diferença estatística para o Grupo Laser e Grupo Ultrassom, sendo $**p<0,01$.

A utilização da fotobiomodulação, recurso bem estabelecido, em relação a analgesia ocorre através da cadeia respiratória ou potencial da membrana mitocondrial, diminui a velocidade de condução nociceptiva e também a produção de substâncias como serotonina e endorfinas (CHOW, 2007; HAGIWARA, 2007). A terapia de ultrassom de forma isolada através dos efeitos mecânicos e vibracionais aumenta o limiar doloroso, contribui para o relaxamento muscular e reduz espasmos, que por muitas vezes são desencadeados pelo estresse e fontes de resposta dolorosa (HAAR, 1999; EBENBICHLER, 1998).

Desta forma, a terapia sinérgica de ultrassom e laser diante de vários trabalhos realizados (SIMÃO, 2019; BRUNO, 2018; PANHOCA, 2019) demonstram que a união do ultrassom e o laser apresentam resultados potencializadores na modulação da dor devido a dessensibilização dos mecanorreceptores periféricos induzindo mecanismos centrais na resposta eferente ao estímulo doloroso, além disso, normalizando os desequilíbrios bioquímicos e eletroquímicos ocasionados pelo quadro algico.

O quadro doloroso da fibromialgia deve ser analisado por várias vertentes, pois está localizada em múltiplas regiões do corpo. A escala multidimensional da dor mostra a quantidade de pontos dolorosos, a extensão e a localização dolorosa das participantes no pré e pós-tratamento nos três grupos, e pode ser visualizado na Figura 3.8.

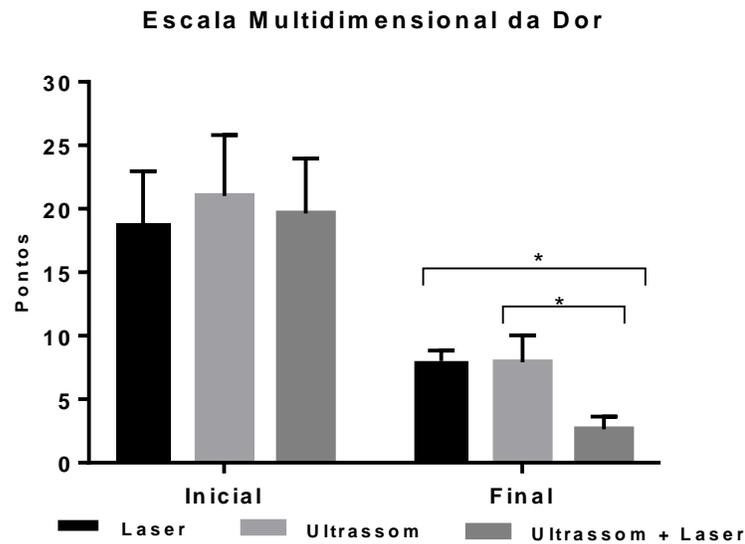


Figura 3.8: Dados obtidos em média e desvio padrão dos pontos dolorosos pela EMD, em cada grupo no pré e pós-tratamento. Diferença estatística, sendo $*p < 0,05$ entre os grupos Ultrassom + Laser vs Laser e Ultrassom + Laser vs Ultrassom.

É possível notar que, anteriormente ao tratamento os grupos apresentavam média entre 18 e 22 pontos dolorosos e após o tratamento os grupos Laser e Ultrassom reduziram por volta de 50% e o grupo Ultrassom + Laser reduziu mais de 80%. Conseqüentemente, estes dados confirmam os efeitos das terapias usadas nas palmas das mãos alterando o processo doloroso da fibromialgia.

Diante da EMD o músculo trapézio superior e médio foi alvo das queixas, tanto no pré-tratamento quanto no pós-tratamento, das participantes nos três grupos. Pode-se dizer, que no pós-tratamento o Grupo Ultrassom + Laser a prevalência maior de dor foi nesta região e em esporádicas avaliações em outras regiões do corpo, entretanto, sempre associados á problemas secundários. Nos grupos de terapias isoladas apresentaram maiores proporções em diversos locais e sem relação com problemas secundários.

A região do trapézio é definida, segundo o ACR, como uma região de concentração de “tender points” pelo alto índice de queixa dos pacientes desde o passado (WOLFE *et al.*, 1990). A contagem dos pontos sensíveis para diagnóstico não é mais utilizada, porém ainda a queixa dolorosa nesta região é de grande importância. Nepomuceno (2016) constatou através do exame de eletromiografia do trapézio alterações em pacientes de

fibromialgia juntamente com disfunções da articulação têmporo-mandibular (ATM). Outro fator muito importante de ressaltar, é que o trapézio tem relação com problemas psicoemocionais. Segundo Gomes e colaboradores (2012) relata que os sintomas psicológicos e físicos podem ocorrer pelo estresse e afetam um grupo muscular, bem comum na localização do músculo trapézio, que pode ser visto, a hiperatividade do mesmo através da eletromiografia.

Além do quadro doloroso a qualidade de vida é de extrema importância nos pacientes de fibromialgia. A Figura 3.9 representa a melhora da qualidade de vida no pós tratamento em relação aos dados obtidos antes de iniciar a intervenção de cada grupo. Valores de Delta (%) para o FIQ, nos três grupos tratados. $(\Delta) = ((\text{Média Inicial} - \text{Média Final}) / \text{Média Inicial} \times 100)$.

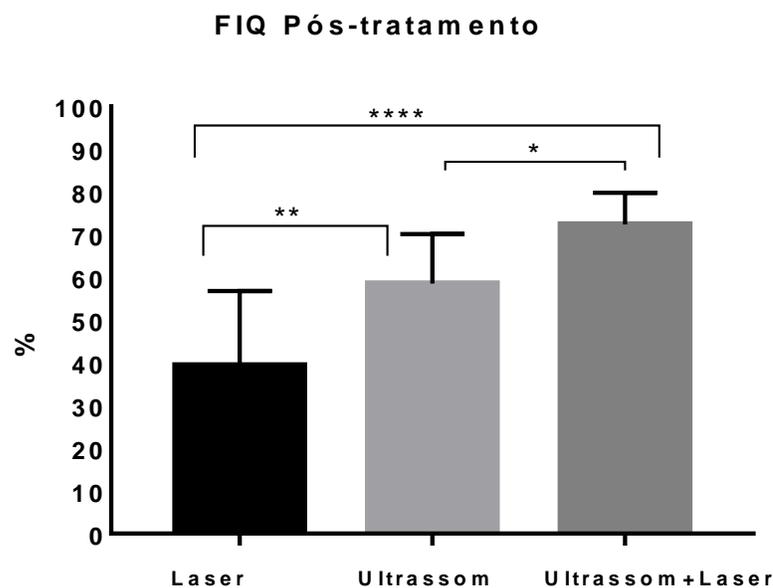


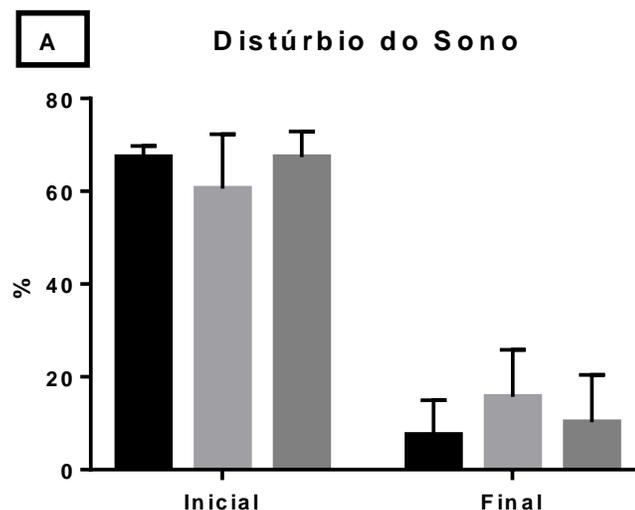
Figura 3.9: Análise da qualidade de vida (%) através do FIQ com desvio padrão, Laser vs Ultrassom ** $p < 0,01$, Laser vs Ultrassom + Laser **** $p < 0,0001$, e Ultrassom vs Ultrassom + Laser * $p < 0,05$.

Na Figura 3.9 o Grupo Laser apresenta melhora no FIQ de 39,41% na qualidade de vida, já o Grupo Ultrassom apresentou melhora de 58,56% e o Grupo Ultrassom + Laser que conjuga ambas terapias apresenta melhora de 72,37%, assim, é mais eficaz 32,96% que o Grupo Laser. Já o Grupo Ultrassom se apresenta com menos 13,81% de eficácia no tratamento da fibromialgia comparado ao Grupo Ultrassom + Laser. Desta

forma, na análise comparativa entre os grupos é possível analisar significância estatística o Grupo Ultrassom + Laser apresenta $p < 0,0001$ em relação ao Grupo Laser e em relação ao Grupo ultrassom $p < 0,05$, e entre as terapias isoladas apresentam $p < 0,01$.

É possível relacionar que, quanto maior a analgesia maior será o desempenho funcional dos pacientes com fibromialgia. Desta forma, reduzir a dor de pacientes com fibromialgia é devolver a capacidade funcional na realização das tarefas do dia-dia e ocupacionais. Segundo Nicassio (1997) e Brown (2012), afirma que muitos pacientes de fibromialgia passam por afastamento trabalhista devido à dificuldade de realizar suas atividades, conseqüentemente, a incapacidade funcional de fibromiálgicos afeta diretamente à nível pessoal e social.

Os distúrbios de sono estão presentes em uma extensa porcentagem dos que enfrentam a fibromialgia. As pessoas que sofrem desta síndrome se queixam de insônia, dor intensa e por isso despertam durante a noite, não atingem quantidade suficiente de horas de sono. Deste modo, na Figura 3.10 é possível analisar o sono em 3 classificações, como distúrbio de sono, qualidade de sono ruim e qualidade de sono boa; no pré-tratamento e após as 10 sessões dos protocolos propostos de intervenção neste estudo.



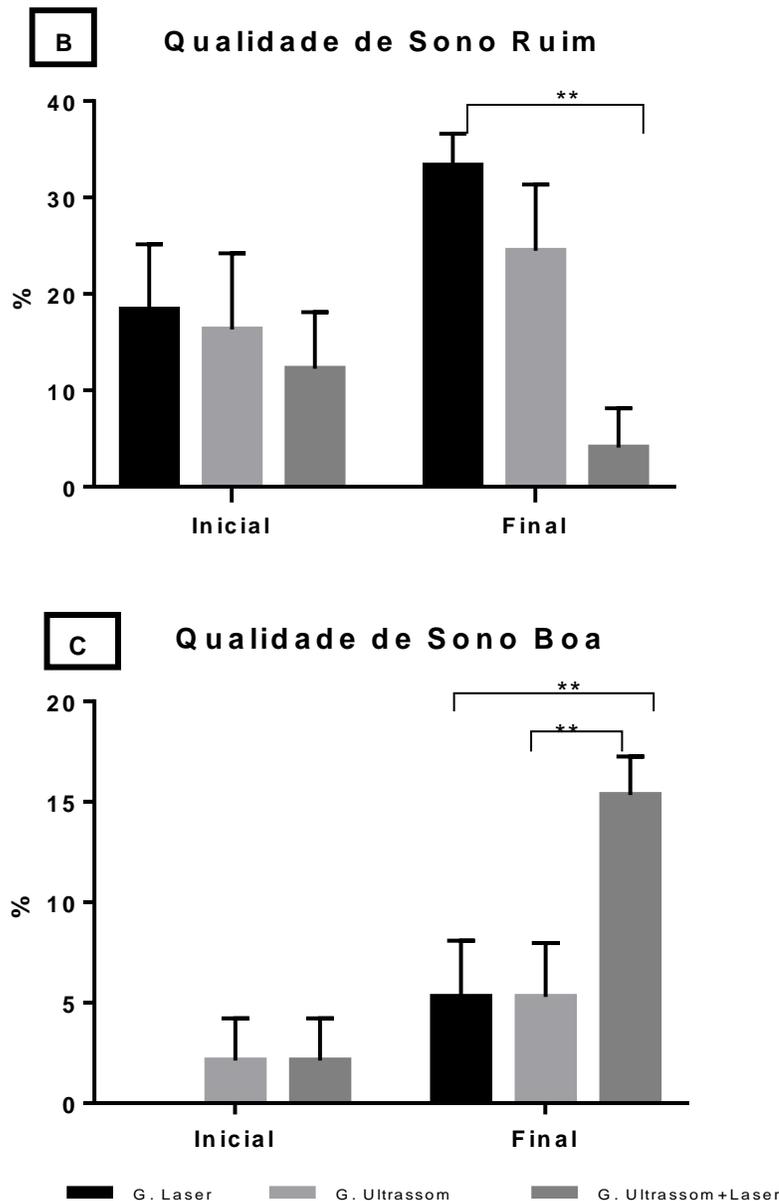


Figura 3.10: Frequência média de indivíduos (%) nas classificações do Índice de Qualidade do Sono de Pittsburg. Em **A**, distúrbio do sono inicial e final ao tratamento nas três intervenções. Em **B**, apresentação dos indivíduos com qualidade de sono ruim, diferença estatística no final do tratamento no G. Laser vs G. Ultrassom + Laser $**p<0,01$. E por fim, em **C** indivíduos que apresentaram qualidade de sono boa, ao final do tratamento G. Laser vs G. Ultrassom+ Laser e G. Ultrassom vs G. Ultrassom + Laser $**p<0,01$ em ambos.

A Figura 3.10 expõe o perfil da qualidade de sono das participantes tratadas nos diferentes grupos no pré e pós-tratamento. Haja visto, que em 3.8A todos os grupos apresentaram distúrbio do sono antes do início do tratamento e após o tratamento houve

uma redução significativa, porém não há diferença entre os grupos. A qualidade de sono ruim em B, apresentou-se estável nos grupos tratados no pré-tratamento; no pós-tratamento há uma elevação no Grupo Laser, frequência intermediária no Grupo Ultrassom, e relativamente menor no Grupo Ultrassom + Laser e há diferença estatística entre o Grupo Laser e Grupo Ultrassom + Laser, $p < 0,01$. Em C, na classificação da qualidade de sono boa, o Grupo Laser inicialmente não há representação, no Grupo Ultrassom e o Grupo Ultrassom + Laser se apresentam similares, no pós-tratamento o Grupo Ultrassom + Laser apresenta diferença estatística para os grupos que receberam terapia isolada, portanto, favorecendo qualidade de sono boa às participantes. Diante da comparação estatística os grupos que mais melhoraram foram o Grupo Laser e o Grupo Ultrassom + Laser com $p < 0,01$, porém, o Grupo Ultrassom + Laser tem maior permanência no índice qualidade de sono boa.

O uso de medicamentos para sono nas pacientes com FM é muito comum. Portanto, a partir do questionário do IQSP, especificamente, do componente 6 foi possível verificar o uso de medicação pelas pacientes, dados visualizados através da Tabela 3.2.

Tabela 3. 2: Valores médios (%) e o N de cada grupo de tratamento de pacientes que fazem uso de medicação no pré e pós-tratamento.

	Com Medicação	
	Inicial	Final
Grupo Laser	81%/ N=9	45%/ N=5
Grupo Ultrassom	45%/ N=5	45%/ N=5
Grupo Ultrassom + Laser	45%/ N=5	9%/ N=1

A Tabela 3.2 mostra a porcentagem das participantes que utilizam medicação no pré e pós-tratamento. É possível verificar que o Grupo Laser teve maior concentração na utilização de tratamento farmacológico para a melhora do sono, entretanto, ao final da intervenção proposta para fibromialgia reduziu cerca de 36%. O Grupo Ultrassom não houve modificação no consumo de medicamentos após o tratamento. E por fim, o Grupo Ultrassom + Laser também obteve redução de uso de medicamentos em 36%, resultando

em menor quantidade de pacientes que não utilizam medicação, ou seja, somente uma participante necessitou-se de medicamento para melhorar a qualidade do sono.

Em vista disso, analisando a redução idêntica na porcentagem de uso de medicamentos no Grupo Laser e Grupo Ultrassom + Laser a hipótese é que muitos anti-inflamatórios, antibióticos e analgésicos são fotossensibilizadores, e por isso, resultou na melhora da qualidade de sono em ambos os grupos. O sono é fundamental para regulação do sistema neuroendócrino, portanto os medicamentos como antidepressivos e relaxantes musculares são efetivos para reduzir os sintomas, porém recursos na área da fisioterapia contribuem também para amenizar estes sintomas, já que favorecem a normalização deste sistema (CHOY, *et al.* 2009; CARBONARIO, 2006).

Russel (1998), destaca a serotonina sendo modulador da dor e tem papel como neurotransmissor inibindo a liberação da substância P, que advém de estímulos nociceptivos periféricos. Nesse estudo demonstra que além da redução da serotonina e seus precursores como triptofano e ácido 5-hidroxiindolacético, este último está diretamente relacionado com a qualidade do sono, portanto, sua diminuição promove má qualidade do sono. Desta forma, estes são inversamente proporcionais a substância P que aumenta os estímulos dolorosos.

Além dos distúrbios de sono, as comorbidades psiquiátricas são muito comuns na FM. A Figura 3.11 mostra a porcentagem de participantes e a classificação de depressão em severa, moderada, através do Inventário de Depressão de Beck (BDI) no pré e pós-tratamento.

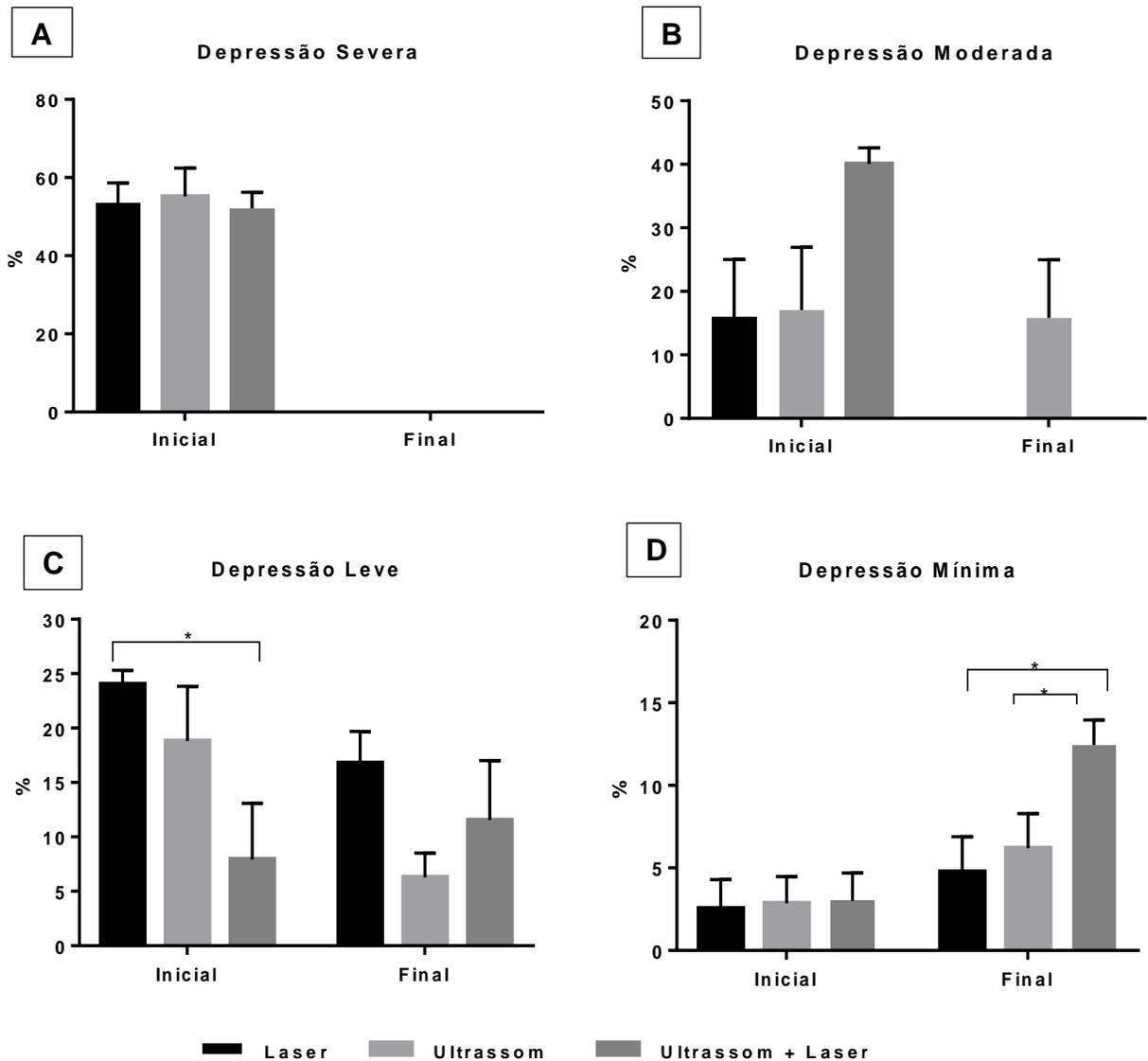


Figura 3.11: Classificação média de depressão (%), através do BDI, nos diferentes grupos tratados pré e pós-tratamento. Em **A**, depressão severa teve grande representação antes do tratamento em todos os grupos e após não houve. Em **B**, em depressão moderada inicialmente houve grande expressão, porém no final do tratamento somente no Grupo Ultrassom. Em **C**, depressão leve houve diferença entre os grupos Laser e Ultrassom +Laser, inicialmente $*p < 0,05$. E em **D**, diferença estatística ao final entre os grupos Laser e Ultrassom vs Ultrassom + Laser $*p < 0,05$.

A Figura 3.9 mostra o BDI nas participantes do tratamento sinérgico e terapias isoladas, estas se enquadram inicialmente nas classificações mais negativas, porém não apresentam quadros exacerbadamente graves, como perfis suicidas, devido que não houve acompanhamento de psicoterapia em conjunto ao protocolo proposto. Desta forma, é possível visualizar que em média evoluíram positivamente com redução dos

níveis de depressão. Todos os grupos tratados em média aumentaram na classificação mínima e há diferença estatística entre as terapias isoladas versus a terapia sinérgica de ultrassom e laser, $p < 0,05$.

Eventos estressores agudos ou diários (crônico) precedem a ocorrência de sintomas depressivos. A depressão associada à Fibromialgia é um fator limitante nas atividades de vida diária (como fazer compras, lavar roupas, cozinhar, limpar a casa, dirigir), e além disso, há uma rigidez e deficiência cognitiva. Por isto, comprometem a qualidade de vida dos pacientes com FM por aumentar a sensação dolorosa e a percepção da incapacidade funcional (BERBER, 2005; BARTKOWSKA *et al.*, 2018; BERKOL, *et al.*, 2017).

Semelhante à depressão os transtornos de ansiedade também são fatores que agravam e comprometem o tratamento da FM. Os fibromiálgicos são indivíduos hipersensíveis aos estímulos e, até mesmo psicologicamente, mais reativos. O desenvolvimento da ansiedade e a sua manutenção, muitas vezes, estão diretamente relacionados às experiências passadas, a percepção das mesmas e aos condicionamentos resultantes dessa experiência, além dos eventos situacionais de um determinado momento e ambientais, o qual está exposto. A presença da ansiedade pode influenciar na percepção da dor, reduzindo o limiar basal doloroso, e por consequência, estar relacionada a um maior número de sintomas físicos, bem como a um comprometimento funcional (FIETTA, 2007; THIEME, 2004).

A Figura 3.12 apresenta a frequência das participantes que apresentam níveis diferentes de ansiedade através do Inventário de Ansiedade de Beck (BAI).

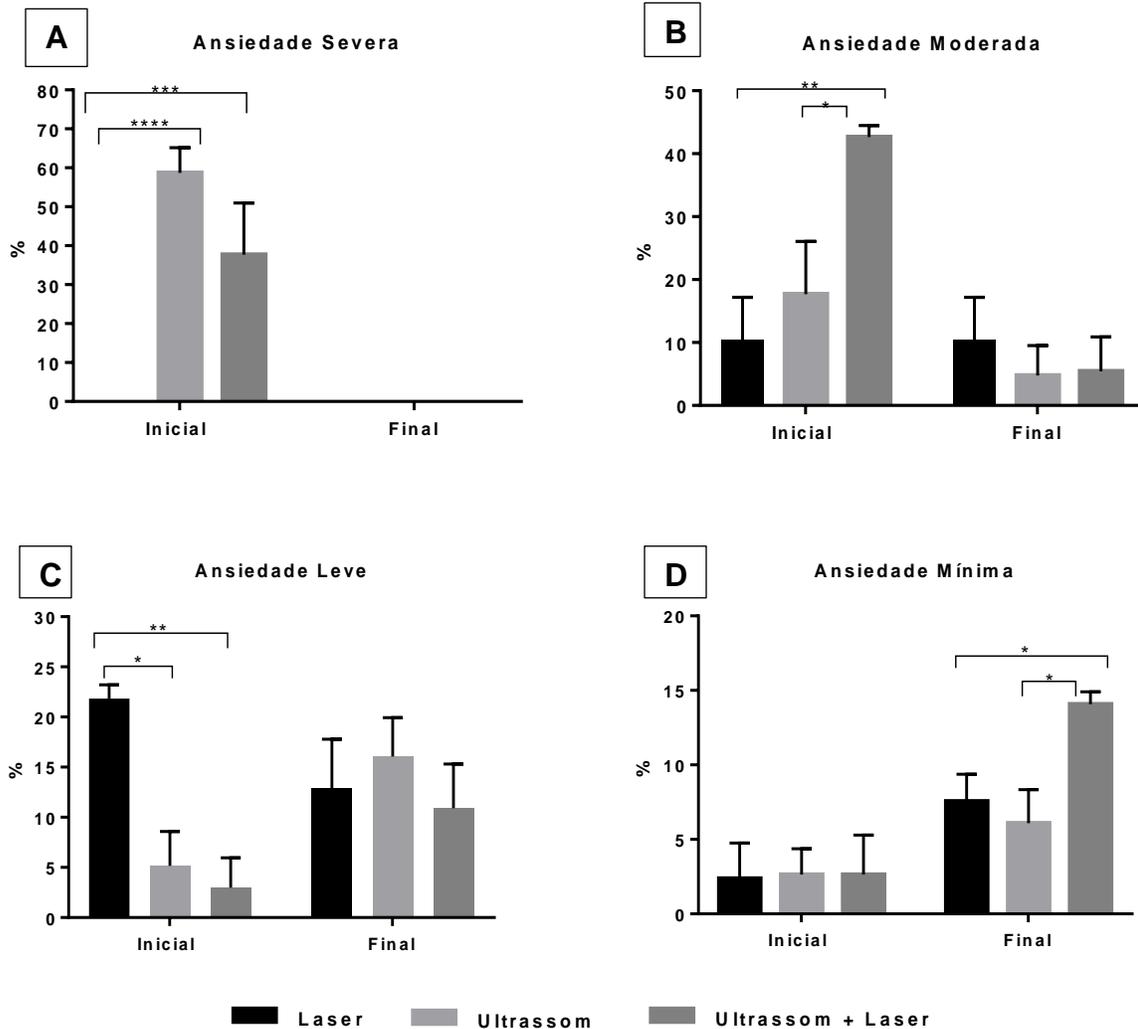


Figura 3.12: Classificação média de ansiedade (%) com desvio padrão, pelo BAI, nos diferentes grupos tratados pré e pós-tratamento. Em **A**, ansiedade severa apresenta diferença estatística nos grupos Ultrasound e Ultrasound + Laser, vs Laser, **** $p < 0,0001$ e *** $p = 0,0001$, respectivamente. Em **B**, na depressão moderada o Grupo Ultrasound + Laser vs Ultrasound tem diferença estatística de * $p < 0,05$ e vs Laser ** $p < 0,01$, no pré-tratamento. Em **C**, depressão leve há diferença entre os grupos Laser vs Ultrasound com * $p < 0,05$ e Laser vs Ultrasound + Laser de ** $p < 0,01$, inicialmente. E em **D**, há diferença estatística ao final entre os grupos Laser e Ultrasound vs Ultrasound + Laser de * $p < 0,05$.

A Figura 3.12 compara a média das participantes nos diferentes níveis de classificação de ansiedade antes e após o tratamento. Na classificação de ansiedade severa aparece os grupos Ultrasound e Ultrasound + Laser, que ao término do tratamento, não há representação gráfica dos grupos avaliados. Na classificação moderada, há uma grande representação do Grupo Ultrasound + Laser e redução de todos os grupos no pós-tratamento. O Grupo Laser é expressamente maior na classificação de Ansiedade Leve

no pré-tratamento e após há redução desses índices e aumento dos grupos Ultrassom e Ultrassom + Laser. Em níveis inferiores, Ansiedade Mínima, todos os grupos apresentam crescimento, em especial o Grupo Ultrassom + Laser, Grupo Laser, e por fim, Grupo Ultrassom, respectivamente. Desta forma, pode-se observar que o grupo de terapia sinérgica apresenta melhor resposta ao tratamento em relação as terapias isoladas. E o Grupo Laser, apesar de inicialmente ter classificação menor no BAI, se sobressai em relação ao Grupo Ultrassom no pós-tratamento.

A qualidade do sono torna-se imprescindível, permitindo harmonia entre o psicológico e o fisiológico, por alterar a liberação de vários hormônios, e regular batimentos cardíacos e pressão sanguínea (KABRITA, MUÇA, DUFFY, 2014; RIOS, PEIXOTO E SENRA, 2008). Desta forma, podemos ver neste trabalho a relação muito expressiva entre o sono e a ansiedade, os grupos que melhor apresentaram resposta da qualidade de sono tiveram níveis mais baixos de ansiedade, evidentes no Grupo Laser e Grupo Ultrassom + Laser. Isso acontece pelo aumento de oxigenação, a vasodilatação, produção de serotonina, prostaglandina, beta-endorfinas, e a redução dos níveis de cortisol oferecidos pela fotobiomodulação (MORAIS, *et al.*, 2010).

É sabido que a atividade e exercício físico são muito importantes para pacientes com dor crônica, neste caso pacientes de fibromialgia, pois é desafiador romper o ciclo vicioso de tensão e imobilidade. A Figura 3.13 mostra se o tratamento nas palmas das mãos contribuiu para a prática de exercício físico nas participantes, através do Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ - versão curta) nos grupos avaliados após o tratamento.

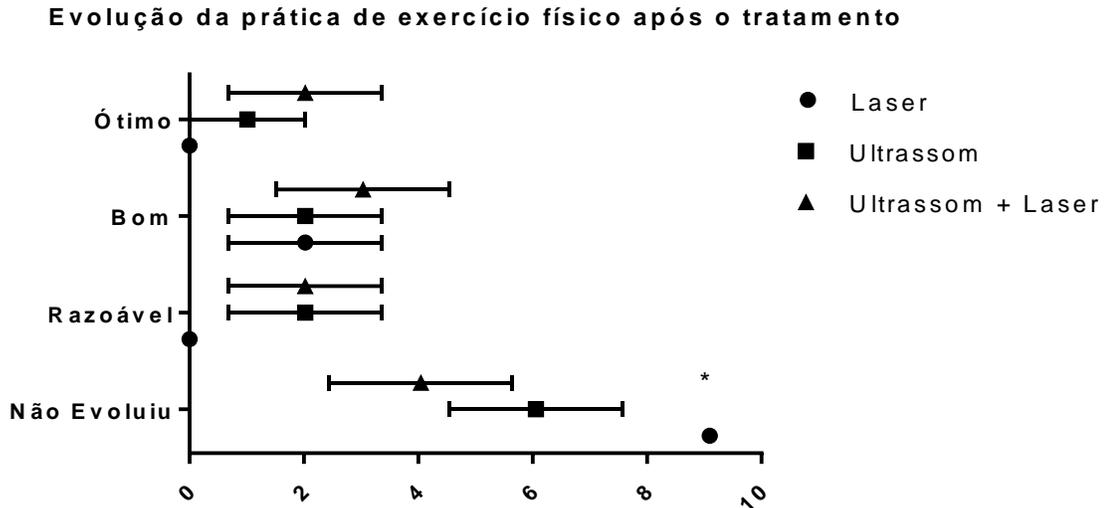


Figura 3.13: Dados obtidos do IPAQ com desvio padrão. Significância estatística somente entre Laser vs Ultrassom + Laser, * $p < 0,05$.

A Figura 3.13 mostra que não houve grande diferença estatística em relação a prática de exercício físico. Apesar do protocolo de tratamento não oferecer exercício físico às participantes, há indicação da parte médica em relação ao encorajamento para caminhadas, treinamento físico regulares, pois é sabido os benefícios. Diante disso, observa-se que nesta variável o Grupo Laser em sua maioria (81,80%) não proporcionou evolução em relação aos hábitos de exercício físico, contudo, 18,20% das participantes passaram a hábitos bons no IPAQ. O Grupo Ultrassom, apresenta resposta relativamente positiva, pois 45,5% participantes modificaram a rotina. E por fim, o Grupo Ultrassom + Laser apresentou melhora de 63,7% nos hábitos, em relação ao exercício físico. Houve diferença estatística no item “não evoluiu” entre o Grupo Ultrassom + Laser e Grupo Laser, sendo $p < 0,05$.

Entretanto, qualquer alteração para o encorajamento da atividade e exercícios físicos é de extrema importância, principalmente, em relação a dor crônica. Diante disso, percebe-se que a redução da dor desencadeia alteração de muitas variáveis. Na representação acima, especificamente, a evolução “razoável” refere-se mudança de exercício físico, porém inferior à 150 minutos; “bom” refere-se à 150 minutos semanais

de exercício físico e “ótimo” refere-se acima de 150 minutos por semana e estão inseridas nas recomendações atuais de saúde.

A Organização Mundial de Saúde recomenda novas diretrizes, a realização de exercício físico de forma intensa é necessária de 75 à 150 minutos semanais, ou de forma moderada de 150 à 300 minutos por semana para manter o bom estado de saúde física e mental. A redução do sedentarismo e o aumento de exercícios físicos auxiliam na promoção da saúde com uma benéfica cascata metabólica (DING, *et al.*, 2020).

A fibromialgia, devido sua cronicidade que é o maior desafio, deve ser acompanhada ao longo do tempo para analisar os resultados e avaliar a eficácia diante dos vários tratamentos propostos.

Neste trabalho acompanhamos os resultados e relatos dos pacientes através da comparação temporal, no período de 4 semanas consecutivas no pós-tratamento para analisar a dor através da EVA nos três grupos, possivelmente visualizada na Figura 3.14.

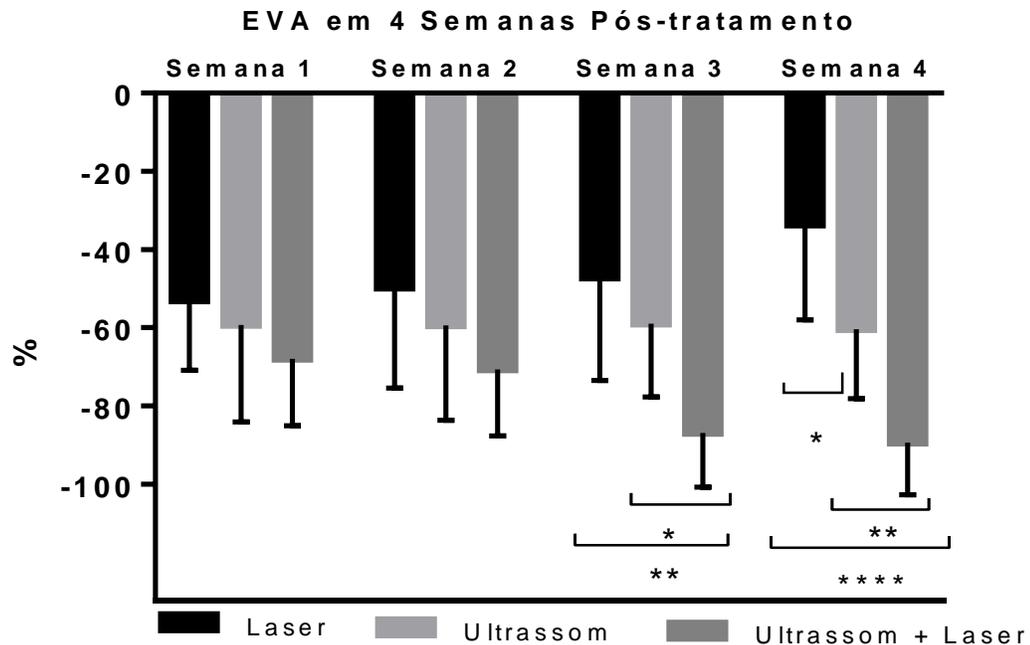


Figura 3.14: Análise temporal de 4 semanas após o tratamento para dor. Na primeira e segunda semana não há diferença entre os grupos. Na terceira semana, o grupo de tratamento sinérgico vs laser $**p<0,01$ e vs ultrassom apresentou $*p<0,05$. Na quarta semana os grupos laser vs ultrassom não mantiveram diferença significativa e ultrassom + laser vs laser $****p<0,0001$ e vs ultrassom $*p<0,05$.

Observa-se na Figura 3.14 que nas duas primeiras semanas há um aumento de dor em todos os grupos e podemos dizer que há uma “acomodação pós-tratamento” fisiológica, psicológica e comportamental. É claramente visualizado que o Grupo Ultrassom mais Laser se mantém mais eficiente que o Grupo Ultrassom, e o Grupo Ultrassom melhor que o Grupo Laser nas duas primeiras semanas no pós-tratamento. A partir, da terceira semana os grupos de Ultrassom e Ultrassom + Laser novamente diminuem a intensidade da dor. Estatisticamente é possível ver diferença entre a terapia sinérgica em relação as terapias isoladas, sendo $p < 0,05$ e $p < 0,01$, terapia isolada de ultrassom e de laser, respectivamente no terceiro tempo avaliado; já na quarta semana o grupo de terapia conjugada de ultrassom + laser tem $p < 0,05$ e $p < 0,0001$ em relação a Grupo Ultrassom e Laser aplicados de forma isolada.

O Grupo Laser apresenta nas 4 semanas média de delta são de -52%, -52%, -50%, -33%, respectivamente; e o Grupo Ultrassom apresenta médias -59%, -58%, -59%, -60% permanecendo mais estável nas 4 semanas pós tratamento que o Grupo Laser. Em contrapartida, o grupo com terapia conjugada, Grupo de Ultrassom + Laser, apresenta-se com média -69%, -75%, -89%, -89%, respectivamente nas 4 semanas, ou seja, a atenuação da dor é significativamente superior às terapias isoladas. É possível ressaltar que o efeito sinérgico potencializa os efeitos de analgesia e anti-inflamatório, pois esta combinação de ondas mecânicas através do ultrassom terapêutico e eletromagnéticas do laser homogeneízam os sinais das vias da dor produzindo melhora no limiar de dor, alodinia, hiperalgesia, apresentadas por pacientes com FM, sendo esta dor nociplástica (KLAUMANN, 2008)

A Figura 3.15 acompanha os dados de FIQ, isto é, o impacto na qualidade de vida por 4 semanas no pós-tratamento da fibromialgia nos três grupos tratados.

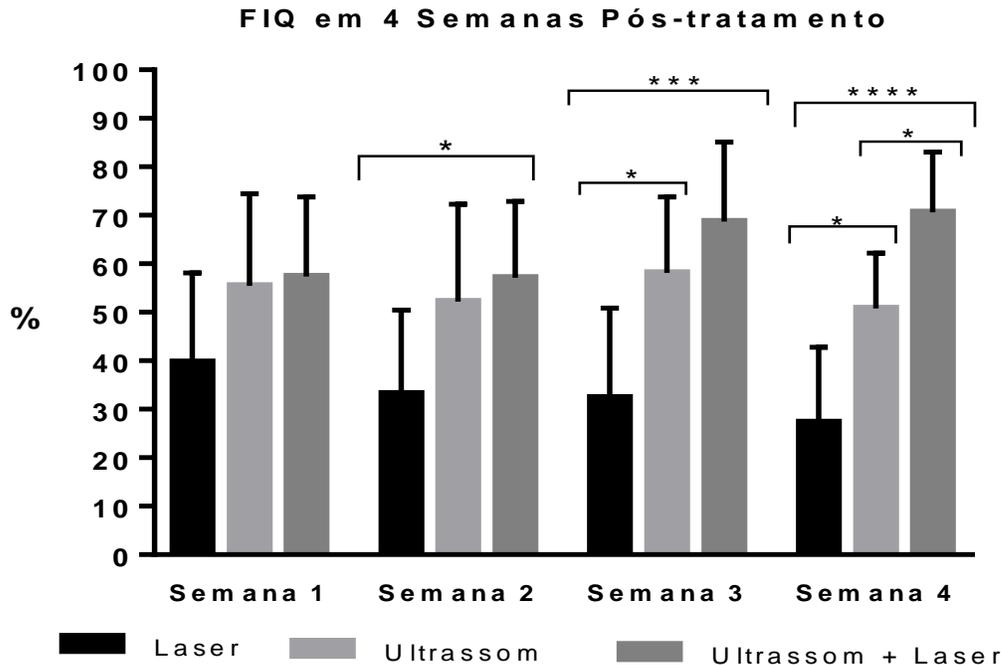


Figura 3.15: Análise temporal de quatro semanas após o tratamento em relação à qualidade de vida. Eles mostraram uma diferença estatisticamente significativa na segunda semana, laser vs ultrassom + laser $*p<0,05$. Na terceira semana, laser vs ultrassom $*p<0,05$, laser vs ultrassom + laser $***p=0,0001$. Na quarta semana, laser vs ultrassom $*p<0,05$, laser vs ultrassom + laser $****p<0,0001$; e ultrassom vs ultrassom + laser $*p<0,05$.

A Figura 3.15 mostra que o Grupo Laser apresentou um declínio na melhora da qualidade de vida nas semanas analisadas no pós tratamento, em vista que, a melhora após 7 (sete), 14 (quatorze) e 21 (vinte um) dias do tratamento foi de 39,37%, 33,88%, 32,83% respectivamente; e na quarta semana de reavaliação se aproximou a 27,69%. Uma vez que, o Grupo Ultrassom obteve resposta de 54,94% na primeira semana, decaiu na segunda semana para 53,32%, na terceira teve score de 58,12 e na quarta semana finaliza com 51,40%. E por fim, o Grupo de Ultrassom + Laser, com terapia conjugada, apresenta 57,40% na primeira semana; 57,6% na segunda semana; na terceira apresenta 68,82%; e na quarta semana de reavaliação apresenta 70,60% mantendo o FIQ satisfatório para as pacientes. À partir da segunda semana há diferença estatística crescente ($p<0,05$; $p=0,0001$; $p<0,0001$, respectivamente) entre o grupo de terapia sinérgica e grupo de terapia isolada com laser, em contrapartida, a terapia isolada com ultrassom em relação ao grupo de terapia sinérgica também na semana quarta semana

apresenta diferença estatística com $p < 0,05$, portanto não mantém os resultados como o Grupo Ultrassom + Laser.

Como relatado anteriormente, foi observado uma redução na melhora das duas primeiras semanas no pós-tratamento, provavelmente, pela pausa ao tratamento gerando medo e insegurança do retorno a dor e incapacidades, sendo este fator muito característico e relatado pelas pacientes. Contudo, evidências psicológicas e o comportamento diário é determinante para essa resposta ao enfrentamento, e assim, a conscientização de que a resposta ao tratamento não é de forma momentânea, enquanto, que se perpetua ao longo do tempo. Nicassio e colaboradores (1997), Souza e Laurenti (2017) relatam que as habilidades funcionais devem ser mantidas ao longo do tempo para a manutenção do controle da dor.

Por conseguinte, observa-se que efeito analgésico pode ser comparado através do limiar de dor imediatamente ao final do tratamento e 1 mês após este período pela Figura 3.16 nos três grupos aplicados terapias diferentes com o mesmo protótipo.

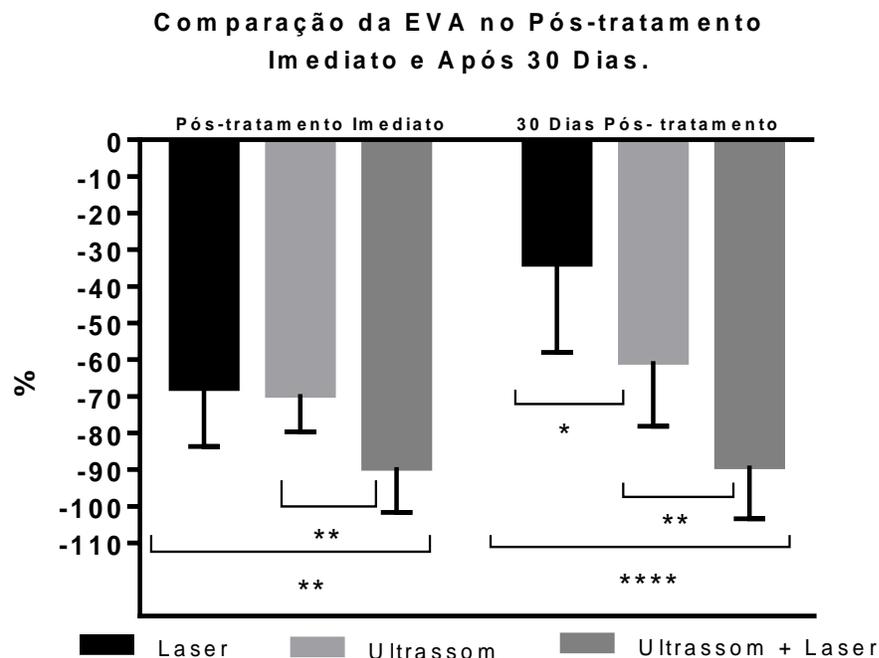


Figure 3.16: Valor de Δ da EVA (%) é comparada no pós-tratamento imediato e 30 dias pós-tratamento. Logo após o tratamento havia diferença estatística somente para o Grupo Ultrassom + Laser em relação ao Grupo Laser e Grupo Ultrassom, onde $**p < 0,01$. Já, em 30 dias após o tratamento o Grupo Laser vs Grupo Ultrassom apresentou $*p < 0,05$, o Grupo Ultrassom vs Grupo Ultrassom + Laser tem $**p < 0,01$, e por fim, O Grupo Ultrassom + Laser vs Grupo Laser tem diferença de $****p < 0,0001$.

A Figura 3.16 apresenta o resultado do Grupo Laser após 30 dias do término de tratamento diminui sua eficácia por quase 50% em relação a dor, indo de encontro com a linha de base inicial. Dado que, o Grupo Ultrassom apresenta redução de 9,38%. Diante disso, o Grupo Ultrassom + Laser é expressamente mais eficiente sendo mantido em 100% do resultado final, mesmo estando há um mês sem receber a terapia nas mãos. Haja visto, que a união dos estímulos mecânicos e eletromagnéticos modulou as vias aferentes da dor, sendo que, a palma das mãos é uma das regiões que contém muitos receptores e estes encaminham para o SNC, de forma a estimular hormônios como serotonina e noradrenalina e inibidores do mecanismo de dor nociplástica (KITCHEN, 1998; CASEIRO, 2003).

Por fim, os dados da qualidade de vida obtidos pelo FIQ são analisados no pós-tratamento imediato e após 30 dias através da Figura 3.17.

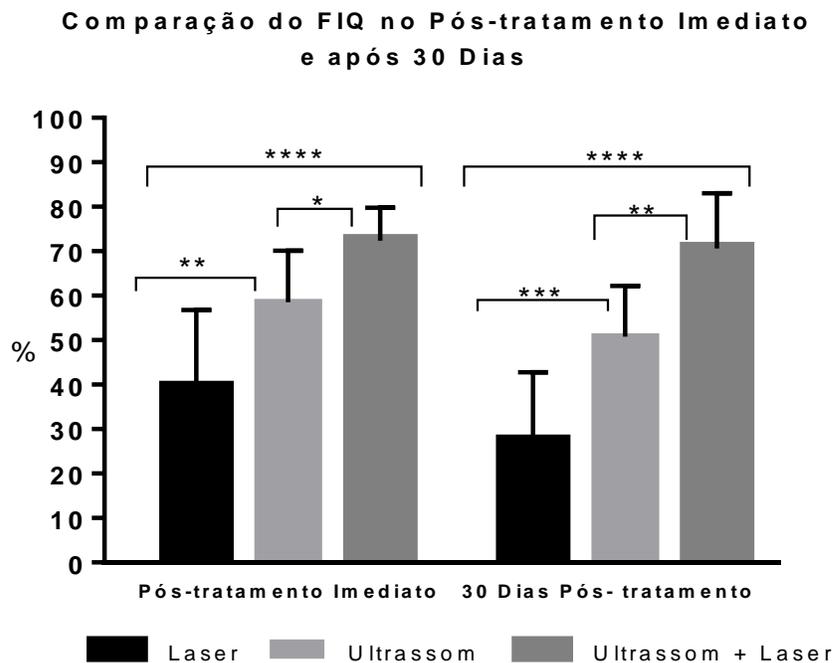


Figura 3.17: A média do FIQ (%) mostra uma diferença para todos os grupos. No pós-tratamento imediato o Grupo Laser vs Ultrassom $**p < 0,01$; o Grupo Ultrassom vs Ultrassom + Laser tem diferença $*p < 0,05$, já o Grupo Laser vs Ultrassom + Laser apresenta $****p < 0,0001$. Após 30 dias após o término do tratamento a diferença estatística aumenta, portanto, Grupo Laser vs Ultrassom, onde $***p = 0,0001$; no Grupo Ultrassom vs Ultrassom + Laser $**p < 0,01$; e por fim, o Grupo Laser vs Grupo Ultrassom + Laser $****p < 0,0001$.

A Figura 3.17 mostra que Grupo Laser após 30 dias reduziu 12% da qualidade de vida em relação ao término do tratamento. O Grupo Ultrassom apresenta redução de 7,16%; e por fim, o Grupo Ultrassom + Laser é expressamente mais eficiente mantendo 98,23% do resultado final, mesmo estando a um mês sem receber a terapia nas mãos em relação a qualidade de vida comparado com o pós-tratamento imediato. Desta forma, a terapia sinérgica de ultrassom e laser é essencialmente mais eficaz que as terapias isoladas no controle das atividades funcionais de pacientes com fibromialgia. A diferença estatística entre os grupos aumentou após 30 dias de tratamento, o Grupo Ultrassom + Laser, mais uma vez, manteve-se mais estável do que os grupos tratados com intervenções isoladas, como visualizado na figura acima.

A fisioterapia através de técnicas de ativação de aferentes mecanossensíveis de grande diâmetro, tem potencial de modulação na transmissão da dor na medula espinhal, assim como, massagem, tração e compressão, estimulação térmica e elétrica são capazes de transmitir informações sensitivas a partir de aferentes que podem inibir a transmissão da dor mediante o fechamento do portão, ou seja, há a inibição da excitabilidade das células T advindos da substância gelatinosa e proporcionará a liberação de substâncias opióides e de ácido gama-aminobutírico (GABA) (KITCHEN, 1998; SMART, *et al.*, 2006). À vista disso, os estímulos vibratórios e eletromagnéticos resultam em diferentes pressões sobre o tecido irradiado, movimentam e geram o efeito de micromassagem. Conseqüentemente, resume-se estes efeitos como dinamizador físico devido o aumento do metabolismo celular com maior distribuição de oxigênio e perfusão nos tecidos acelerando as atividades celulares.

As palmas das mãos mesmo por não estar na lista dos pontos sensíveis, “tender points” do ACR, é uma região extremamente inervada por diversos receptores sensitivos. A nível cerebral através da área somestésica chegam impulsos nervosos relacionados a temperatura, dor, pressão, tato e propriocepção consciente da metade oposta do corpo. O Homúnculo sensitivo representa as correspondências de partes do corpo e partes das áreas somestésicas, chamada de somatotopia. Chama-se atenção a área das mãos por ser uma grande área, demonstrada por vários estudos que a representação cortical de uma parte do corpo depende da relevância funcional biológica e não de seu tamanho.

Igualmente, a área motora primária também se destaca a grande região das mãos devido a variedade e delicadeza dos movimentos originados por grupos musculares neste local (MACHADO, HAERTEL, 2013).

Albrecht e colaboradores (2013) através de seu estudo demonstrou que nas palmas das mãos de indivíduos com fibromialgia há aumento de terminações nervosas ao redor de arteríolas e *shunts* arteríolas-vênulas, na região hipotênar. E sabendo que as mãos têm uma forte relação com o cérebro as terapias isoladas apresentam bons resultados, mas inferiores à terapia sinérgica. Desta forma, a terapia sinérgica de ultrassom e laser, nos parâmetros utilizados neste estudo, nas palmas das mãos apresentaram muitos efeitos benéficos, com geração de ATP reduzindo fadiga, na melhora do fluxo sanguíneo contribuindo com a termorregulação e redução da dor, ansiedade, depressão, melhora da qualidade do sono, e conseqüentemente, proporciona a melhora da funcionalidade e qualidade de vida.

De acordo com os dados obtidos nesta pesquisa, notou-se que os resultados das terapias isoladas já são comprovadas. A terapia mecânica através do UST contribuem para alteração do gradiente de concentração das moléculas e íons de cálcio e potássio, desencadeando a normalização da atividade celular. Esse fenômeno resulta em aumento da síntese de proteínas, alterando a mobilidade dos fibroblastos, entre outros (TER HAAR, 1999). Os fenômenos físicos de compressão e descompressão no tecido irradiado gera a vibração, que neste caso, região específica, porém com grandes prolongamentos de tendões, nervos, vasos sanguíneos favorecendo o efeito sistêmico. De forma particular, a fotobiomodulação com seus efeitos fotoquímico e fotofísico, apresenta grande relevância, pois ocorre a modulação de prostaglandinas, bradicinina, serotonina, beta-endorfina, cortisol, entre outros, reproduzindo melhora em disfunções anaeróbicas (KARU, 2003, BAGNATO e PAOLILLO, 2014). Entretanto, a resposta inferior do laser, suspeita-se que a potência pode não ser suficiente devido que as estruturas são irradiadas com a sonda em movimento.

Diante disso, a terapia sinérgica de ultrassom e laser apresentam-se em sincronia para a reabilitação e favorece não somente o alívio da dor, mas como a melhora da qualidade de vida, e com o relaxamento melhora da qualidade do sono, reduzindo os

distúrbios psiquiátricos, como depressão e ansiedade, e conseqüentemente, mais disposição para realizar atividade física que também irá liberar hormônios que favorecerão a atividade funcional e social.

No estudo de Junior e colaboradores (2020) com 450 voluntárias, relata que a utilização da terapia sinérgica de ultrassom e laser nas palmas das mãos de pacientes com fibromialgia apresentam resultados potencializadores, do que as terapias isoladas para o alívio da dor e melhora da qualidade de vida, sendo assim, corrobora com o resultado deste estudo, com o protocolo proposto neste trabalho e na periodicidade de 3 vezes por semana em pacientes de fibromialgia.

Á vista disso, Bruno e colaboradores (2021) afirma que a eficiência do tratamento sinérgico de ultrassom e laser em pacientes com fibromialgia é de 70% para melhora da qualidade de vida, sendo muito promissor. Equivalente com os achados deste estudo. Entretanto, é necessário avançar nas pesquisas para elevar a eficácia do tratamento, alcançando um maior número de pacientes que sofrem da FM.

Os tratamentos para fibromialgia com boa relação custo-benefício, ou pelo menos aquele que ajuda a diminuir o custo econômico e social é sempre valorizado, diante de tantos impactos negativos neste grupo de pacientes (CHANDRAN, 2012; BROW, 2012). Deste modo, os recursos da fisioterapia têm sido muito preconizados (MEIWORM, 2000), especialmente, a proposta de tratamento com a terapia sinérgica de ultrassom e laser que desempenha papel importante com resultados mais satisfatórios para gerar a redução da dor, melhorar a qualidade de vida com retorno à função, quebrando o ciclo vicioso da dor crônica, conseqüentes dos sintomas específicos desta síndrome.

Capítulo 4- Conclusão

Conclui-se que é de extrema importância analisar os efeitos das terapias isoladas e terapia sinérgica de ultrassom e laser, pois esta é uma síndrome incapacitante que afeta mais as mulheres em fase ativa perante a sociedade e que os tratamentos para redução de sintomas são mais que bem-vindos.

As evidências encontradas neste estudo se referem:

1- É extremamente importante caracterizar a modalidade óptica, pois se trata de um equipamento inovador, sendo que, os lasers estão no centro da cerâmica e interface metálica do transdutor ultrassônico. E pode-se dizer, que de forma qualitativa e de observação a terapia nas palmas das mãos podem ser realizadas por qualquer fototipo, pois não reduz a eficiência da fotobiomodulação, mesmo aplicada com gel condutor.

2- A terapia sinérgica nas palmas das mãos tem propriedades analgésicas e anti-inflamatórias eficazes sistemicamente, devido a potencialização dos efeitos térmicos e mecânicos do ultrassom e com os efeitos fotobiomoduladores do laser quando aplicado simultaneamente.

3- É possível afirmar que as terapias isoladas têm sua eficácia aprovada. Entretanto, observou-se que distúrbios depressivos melhoraram com a redução da dor evidentes no Grupo Ultrassom. Já o Grupo Laser, influenciou na melhora do sono e conseqüentemente, reduziu os níveis de ansiedade. Sobretudo, a interação da luz com os efeitos mecânicos através da terapia sinérgica de ultrassom e laser apresenta resultados potencializadores para o alívio da dor, para elevação da qualidade de vida e qualidade do sono, reduzir os distúrbios de ansiedade e depressão, e por fim, favorece a melhora comportamental com o aumento de atividade e exercícios físicos.

4- Após a intervenção imediata e depois de 30 dias, o grupo que recebeu a sinergia de ultrassom e laser novamente apresentou resultados mais satisfatórios, pois a união dos efeitos da estimulação mecânica e por fótons é a combinação ideal para modulação

periférica ao SNC, e por consequência, reduz a dor quebrando o ciclo vicioso, e a partir disso, novas experiências motoras são realizadas permitindo a melhora da qualidade de vida e o retorno das atividades sociais e ocupacionais.

REFERÊNCIAS

ABELES, M.; SOLITAR, B. M.; PILLINGER, M. H.; ABELES, A. M. Update on Fibromyalgia Therapy. **The American Journal of Medicine**, v. 121, n. 7, jul. 2008, p.555-561. Disponível: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S002934308002647>. Acesso em: 17/04/2020.

AGNE, J. E. **Eletrotermofototerapia**. Santa Maria, RS: O Autor, 2013.

ALBRECHT, P. J.; HOU, Q.; ARGOFF, C. E. *et al.* Excessive peptidergic sensory innervation of cutaneous arteriole-venule shunts (AVS) in the palmar glabrous skin of fibromyalgia patients: implications for widespread deep tissue pain and fatigue. **Pain Med**. v. 4, p. 895-915, Mai./Jun, 2013. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23691965/>. Acesso em: 10/01/2018.

ANG, D. C.; KALETH, A. S.; BIGATTI, S. *et al.* Research to Encourage Exercise for Fibromyalgia (REEF): Use of motivational interviewing design and method. *Contemporary Clinical Trials*, Indianápolis, v. 32, n. 1 p. 59–68, 2011.

AVCI, P.; GUPTA, A.; SADAVISAM, M. *et al.* National Institutes of Health. Low level-laser (light) therapy (LLLT) in skyn: stimulating, healing, restoring. **Semin Cutan Med Surg.**, v. 32, n.1, p. 41-52, mar. 2013. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24049929/>. Acesso em: 07/12/2019.

BAGNATO, V. S. **Laser e suas aplicações em ciência e tecnologia**. São Paulo: Livraria da Física, 2008, 87 p.

BAGNATO, V. S.; PAOLILLO, F. R. **Novos enfoques da fototerapia para condicionamento físico e reabilitação**. 1. ed. São Carlos: Compacta Gráfica e Editora, 2014.

BAROLET, D. Light Emitting Diodes (LEDs) in Dermatology. **Seminars in Cutaneous Medicine and Surgery**, v. 27, n. 4, p. 227-238, 2008. Disponível: https://www.researchgate.net/publication/23797391LightEmitting_Diodes_LEDs_in_Dermatology. Acesso em: 02/04/2019.

BARROS, L. S.; DH AidAN, G.; MAUNULA, M. *et al.*, Skin Color and Tissue Thickness Effects on Transmittance, Reflectance, and Skin Temperature When Using 635 and 808 nm Lasers in Low Intensity Therapeutics. **Lasers in Surgery and Medicine**. v. 50, p. 291–301, 2018.

BÉLANGER, A. **Therapeutic Eletrophysical agentes: evidence behind practice**. Ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2010, 504 p.

BERBER, J. S. S.; KUPEK, E.; BERBER, S.C. Prevalence of depression and its relationship with quality of life in patients with fibromyalgia syndrome. **Rev Bras Reumatol**; v. 45, n.2, p. 47–54, 2005.

BERGER, A.; DUKES, E.; MARTIN, S.; *et al.* Characteristics and healthcare costs of patients with fibromyalgia syndrome. **Int J Clin Pract**. v. 61, n.9, p. 1498–508, 2007.

BIANCHETTI, P.; SULZBACH, C.; KOLLETET, F.; *et al.* Utilização de radiofrequência, terapia combinada, drenagem linfática manual e plataforma vibratória em hipotonia tissular e adiposidade localizada: estudo de caso. **Caderno pedagógico**. Lajeado, v. 12, n. 3, p. 140-149, 2015. Disponível:

BORGES, F. S. **Modalidades Terapêuticas nas Disfunções Estéticas**. 2ª ed. São Paulo: Phote, 2007.

BOWSHER, D.; GEOFFREY, W. C.; NICHOLAS, A. K. *et al.* Absence of pain with hyperhidrosis: A new syndrome where vascular afferents may mediate cutaneous

sensation. **Pain.** n. 147, p. 287–298, Jan./Mar, 2009. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19836135/>. Acesso em: 30/04/2020.

BOYER, A. L.; MIRA, M. A. P.; CALATAYUD, N. P. *et al.* Comparing fibromyalgia patients from primary care and rheumatology settings: clinical and psychosocial features. **Rheum Int.** v. 29, n. 10, p. 1151-60, 2009.

BRADLEY, L. A. Pathophysiology of fibromyalgia. **Am J Med.** v. 122 n. 12 p. 22-30, Dez. 2009. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19962493/>. Acesso em: 30/08/2020.

BROWN, T. M.; GARG, S.; CHANDRAN, A. B. *et al.* The impact of 'best-practice' patient care in fibromyalgia on practice economics. **J Eval Clin Pract.** v.18, n.4, p. 793–798, 2012.

BRUNO, J. S. A.; FRANCO, D. M.; CIOL, H. *et al.* Could Hands be a New Treatment to Fibromyalgia? A Pilot Study. **J Nov Physiother**, v. 8, n. 3, p. 1-5, Jun., 2018. Disponível: <https://www2.ifsc.usp.br/portal-ifsc/wp-content/uploads/2018/06/ARTIGOFIBROMIALGIA.pdf>. Acesso em: 31/07/2019.

BRUNO, J. S. A.; JUNIOR, A. E. A.; LAURENTI, K. C.; BAGNATO, V. S. Synergistic effect of laser and therapeutic ultrasound for fibromyalgia control: new development of protocols. **SPIE BIOS.** v. 11626, 2021. Disponível: <https://www.spiedigitallibrary.org/conference-proceedings-of-spie/11626/116260W/Synergistic-effect-of-laser-and-therapeutic-ultrasound-for-fibromyalgia-control/10.1117/12.2578005.short>. Acesso em: 20/03/2021.

CARBONARIO, F. **Efeitos de um programa fisioterapêutico na melhora da sintomatologia e qualidade de vida de pacientes com fibromialgia.** 2006. 69 f. Dissertação (Mestrado em Fisioterapia) Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

CASEIRO, J. Fisiopatologia da Dor. **Permanyer**. Portugal. p. 2-32, 2003.

CHANDRAN, A.; SCHAEFER, C.; RYAN, K. *et al.* The comparative economic burden of mild, moderate, and severe fibromyalgia: results from a retrospective chart review an/d cross-sectional survey of working-age U.S. adults. **J. Manag. Care Pharm.** v. 18, n. 6, p. 415–426, 2012. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22839682/>. Acesso em: 16/02/2020.

CHAVES, L. D.; LEÃO, E. R. **Dor: 5º sinal vital: reflexões e intervenções de enfermagem**. 2ª ed. Curitiba: Acta, Mai. 2007.

CHAITOW, L. **Síndrome da fibromialgia: um guia para tratamento**. 1ª ed. brasileira, São Paulo: Editora Manole, 2002, p. 251.

CHAVES, T. C. **Modelos teóricos em dor**. Mai. 2019.

CHEN, Q.; WILSON, B. C.; DERESKI, M.O. *et al.* Effects of light-beam size on fluence distribution and depth of necrosis in superficially applied photodynamic therapy of normal rat-brain. **Photochemistry and Photobiology**, v. 56, n. 3, p. 379-384, Set., 1992. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1438573/>. Acesso em: 19/09/2020.

CHOW, R. T.; DAVID, M. A.; ARMATI, P. J. 830 nm laser irradiation induces varicosity formation, reduces mitochondrial membrane potential and blocks fast axonal flow in small and medium diameter rat dorsal root ganglion neurons: implications for the analgesic effects of 830 nm laser. **Journal of the Peripheral Nervous System**. v. 12, p. 28-39, Mar. 2007. Disponível: <https://irp-cdn.multiscreensite.com/d7d05760/files/uploaded/Analgesic-Effect.pdf>. Acesso em: 23/02/2019.

CHOY, E. H.; ARNOLD, L. M.; CLAUW, D. J. *et al.* Content and criterion validity of the preliminary core dataset for clinical trials in fibromyalgia syndrome. **J Rheumatol**, v. 36,

n. 10, p. 2330-2334, Out., 2009. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19820222/>. Acesso em: 24/05/2020.

CLAUW, D. J. Fibromyalgia: a clinical review. **JAMA**, v. 311, p.1547-1555, 2014. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24737367/>. Acesso em: 20/12/2019.

DEVITA JR, V. T.; LAWEWNCE, T. S.; RPSENBERG, S. A. **Cancer of the Skin: Cancer: principles & practice of oncology**. Philadelphia: Wolthers Kluwer, 2015.

DING, D.; MUTRIE, N.; BAUMAN, A. *et al.* Physical activity guidelines 2020: comprehensive and inclusive recommendations to activate populations. **The Lancet**. v. 396, dez. 2020. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33248019/>. Acesso em: 22/04/2021.

EBENBICHLER, G. R.; RESCH, K. L.; NICOLAKIS, P. *et al.* Ultrasound treatment for treating the carpal tunnel syndrome: randomised "sham" controlled trial. **BMJ**, v. 316, n. 7133, mar. 1998, p. 731-735. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9529407/>. Acesso em: 19/04/2020.

FARRAR, J. T.; PRITCHETT, Y. I.; PRAKASH, A.; CHAPPELL, A. The clinical importance of changes in the 0 to 10 Numeric Rating Scale for worst, least and average pain intensity: analyses of data from clinical trials of duloxetine in pain disorders. **L Pain**, v. 11, ago. 2010, p. 109-127. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19665938/>. Acesso em: 07/07/2020.

FIETTA, P.; FIETTA, P.; MANGANELLI, P. Fibromyalgia and psychiatric disorders. **Acta Biomed**, v. 78, n. 2, p. 88–95, 2007.

FUIRINI, J. N.; LONGO, G. J. Ultrassom. 2. ed. [s/l]: Amparo. KLD bio equipamentos eletrônicos, 52 p 2002. GAN, B.S. et al. The effects of ultrasound treatment on flexor tendon healing in the chicken limb. **Journal Hand Surgery**, v. 20, n. 6, p. 809-814, 1995.

GOMES, V. B. T.; SILVA, M. C. F.; JUNIOR, P. F. S. *et al.* Tratamento do estresse psicológico pela acupuntura, avaliado pela eletromiografia do músculo trapézio*. **Revista Dor**. v. 13, n. 3, Jul-set. 2012, p. 220-224.

GUIRRO, E. C. O.; GUIRRO, R. R. J. **Fisioterapia dermatofuncional: fundamentos, recursos e patologias**. 3ª ed. São Paulo: Manole; 2006, p. 584.

HAAR, D. Therapeutic ultrasound. **European Journal of Ultrasound**. v. 9, p. 3-9, Mar., 1999. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10099161/>. Acesso em: 29/05/2020.

HAGIWARA, S.; IWASAKA, H.; OKUDA, K.; et al. GaAIs (830nm) low-level laser enhances peripheral endogenous opioid analgesia in rats. **Lasers in Surgery and Medicine**, v. 39, p. 797-802, Dez., 2007. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18081143/>. Acesso em: 22/09/2020.

HAMBLIN, M. R. Mechanisms and Mitochondrial Redox Signaling in Photobiomodulation. **Photochemistry and Photobiology**, v. 94, n. 2, Jan. 2017, p. 199-212. Disponível: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PM C5844808/>. Acesso em: 05/06/2020.

HAUSER, W.; THIEME, K.; TURK, D. C. Guidelines on the management of fibromyalgia syndrome - a systematic review. *European Journal of Pain*, London, v. 14, n. 1, p. 5-10, jan. 2010.

HAUSER, W.; PERROT, S.; CLAUW, D. J.; FITZCHARLES, M. A. Unravelling fibromyalgia—steps toward individualized management. **J Pain**. v. 19, n.2, p. 125–134, 2018.

HEYMANN, R. E.; PAIVA, E. S.; MARTINEZ, J. E.; HELFENSTEIN, M. H.; *et al.* Novas Diretrizes para Diagnóstico em Fibromialgia. **Revista Brasileira de Reumatologia**. v. 57, p. 467- 476, 2017.

HOLDCRAFT, L. C.; ASSEFI, N.; BUCHWALD, D. Complementary and alternative medicine in fibromyalgia and related syndromes. **Best Pract Res Clin Rheumatol.**, v.17, agos. 2003, p. 667-83. Disponível: <https://europepmc.org/article/med/12849718>. Acesso em: 04/08/2020.

HOMANN, D.; STEFANELLO, J. M. F.; GÓES, S. M.; *et al.* Redução da capacidade funcional e exacerbação da dor durante o esforço do teste de caminhada de 6 minutos em mulheres com fibromialgia. **Rev. Bras. Fisioter**, São Carlos, v. 15, n. 6, p. 474-80, Nov./Dez., 2011. Disponível: <https://www.scielo.br/pdf/rbfis/v15n6/v15n6a08.pdf>. Acesso em: 09/12/2019.

HOOGLAND, P. V.; VANDERZEE, E. V. Efferent connections of the dorsal cortex of the lizard *Gekko gecko* studied with *Phaseolus vulgaris*-leucoagglutinin. **Journal of Comparative Neurology**, v. 285, n. 3, p. 289-303, Jul., 1989. Disponível: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/cne.902850302>. Acesso em: 05/06/2020.

IBRAMED. **Heccus: manual of Operation**. São Paulo: Ibramed; 2011.

JUNIOR, A. E. A.; CARBINATTO, F. M.; FRANCO, D. M. *et al.* The Laser and Ultrasound: The Ultra Laser like Efficient Treatment to Fibromyalgia by Palms of Hands – Comparative Study. **J. Novel Physiother**, v. 11, n. 1, p. 447-459, Dez./Jan. 2021. Disponível: https://www2.ifsc.usp.br/portal-ifsc/wp-content/uploads/2020/12/aq_uino.pdf. Acesso em: 10/01/2021.

KLAUMANN, P. R.; WOUK, A. F. P. F.; SILLAS, T. Patofisiologia da dor. **Archives of Veterinary Science**, v. 13, n.1, p 1-12, 2008.

KABRITA, C.; MUÇA, T.; DUFFY, J. Predictors of poor sleep quality among Lebanese university students: association between evening typology, lifestyle behaviours, and sleep habits. **Nature and Science Sleep**, v. 6, p. 11-18, 2014.

KATO, K.; SULLIVAN, P.F.; EVENGÅRD, B.; PEDERSEN NL. Importance of genetic influences on chronic widespread pain. **Arthritis Rheum**, v. 54, n. 5, p. 1682–6, 2006.

KARU, T. I. Molecular mechanism of the therapeutic effect of low-intensity laser radiation. **Life Sciences**, Oxford, v. 2, n. 1, p. 53-74, 1988. Disponível: <https://institutobeatrizyamada.com.br/wp/wp-content/uploads/artigos-iby/Molecular-Mechanism-of-the-Therapeutic-Effect-of-Low-Intensity-Laser-Radiation.pdf>. Acesso em: 19/02/2020.

KARU, T. I. **The Science of low power laser therapy**. London: Gordon and Beach, Set., 1998, 320 p.

KARU, T. Low-power laser therapy. In: Vo Dinh, T. **Biomedical photonics handbook**. North Carolina: Taylor and Francis Group; 2003.

KIPEL, A. G. Prevalência da dor: mitos, medos e desacertos relacionados ao uso de analgésicos opiáceos. **Texto & Contexto Enferm**, v. 13, n. 2, p. 303-311, Abr./Jun. 2004. Disponível: <https://www.redalyc.org/pdf/714/71413216.pdf>. Acesso em: 14/09/2020.

KITCHEN, S.; YOUNG, S. Reparo dos tecidos. In: KITCHEN, S.; BAZIN, S.; **Eletroterapia de Clayton**, São Paulo, Ed. Manole, 10ª ed., p.46-58, 1998.

KLAUMANN, P. R.; WOUK, A. F. P. F.; SILLAS, T. Patofisiologia da Dor. **Archives of Veterinary Science**, v. 13, n. 1, p.1-12, 2008. Disponível: <https://revistas.ufpr.br/veterinary/article/view/11532>. Acesso em: 09/10/2020.

KOSEK, E.; EKHOLM, J.; HANSSON, P. Sensory dysfunction in fibromyalgia patients with implications for pathogenic mechanisms. **Pain**. v. 68, n. 2, p. 375-383, Dez., 1996. Disponível: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304395996031880#>. Acesso em: 13/04/2020.

LEAL, P. C.; SAKATA, R. K. Methods for the assessment of opioid-induced hyperalgesia in the perioperative period. **Rev. Dor. São Paulo**, v. 15, n. 4, p. 296-205. Out./Dez., 2014. Disponível: <https://www.scielo.br/pdf/rdor/v15n4/pt1806-0013-rdor-15-04-0296.pdf>. Acesso em: 21/08/2020.

LEUNG, K. S.; LEE, W. S.; TSUI, H. F. *et al.* Compound tibial fracture outcomes following treatment with low-intensity pulsed ultrasound. **Ultrasound Med. Biol.** v. 30, mar. 2004,. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15063521/>. Acesso em: 17/05/2020.

LIZARELLI, R. F. Z.; SCALIZE, P. H.; RIGHETTI, M. A.; *et al.* Photo- Kinesiotherapy – Photobiomodulation associated with some Kinesiotherapies for orofacial rehabilitation. **Mechanisms of Photobiomodulation Therapy XIII**, v. 10477, 2018.

LOPES, L. A. B.; ALVAREZ, C.; CAMPOS, T. Y. T. B.; PAOLILLO, F. R.; BAGNATO, V. S. Synergistic effects of vacuum therapy and laser therapy on physical rehabilitation. **Journal of Physical Therapy Science**, Tokyo, Society of Physical Therapy Science - SPTS, v. 31, n. 7, 2019, p. 598-602. Disponível em: <https://doi.org/10.1589/jpts.31.598> >. Acesso em: 18/08/2020.

LORIG, K.; HOLMAN, H.; SOBEL, D.; LAURENT, D.; GONZALEZ, V.; MINOR, M. **Living a healthy life with chronic conditions: Self-management of heart disease, arthritis, diabetes, asthma, bronchitis, emphysema, and others**. Boulder, 3^a ed., 2006. Disponível: <https://www.amazon.com/Living-Healthy-Life-Chronic-Conditions/dp/193350336X>. Acesso em: 27/10/12.

MACHADO, A.; HAERTEL, L. M. **Neuroanatomia Funcional**, 3ª ed. Saraiva. 2013, p. 360.

MANOEL, C. A.; PAOLILLO, F. R.; MENEZES, P. F. C. **Conceitos fundamentais e práticos da fotoestética**, São Carlos: Compacta, 2014.

MEIWORM, L.; JACOB, E.; WALÇKER, U. A.; PETER, H. H.; KEUL, J. Patients with fibromyalgia benefit from aerobic endurance exercise. **Clin Reumatol**, v. 19, n. 4, p. 253-260, 2000. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10941802/>. Acesso em: 06/06/2020.

MELZACK, R., KATZ, J. Pain. **Cognitive Science**. v. 4, out. 2013, p. 1-15. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26304172/>. Acesso em: 28/08/2020.

MELZACK, R. From the Gate to the Neuromatrix. [ed.] International Association for the Study of Pain. **Pain**. v. 6, agos. 1999, p. 121-126. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10491980/>. Acesso em: 25/08/2020.

MELZACK, R.; WALL, P. D. Pain Mechanisms: A New Theory. **Science**. 150, nov. 1965, p. 971-979. Disponível: <https://www.canonsociaalwerk.eu/1846anesthesie/Canon%20Palliatieve%20Zorg%20-20Ontstaan%20van%20anesthesie%20-%20Science%20-%20melzackandwallgatecontroltheory.pdf>. Acesso em: 20/08/2020.

MELZACK, R.; WALL, P. O Desafio da Dor. **Fundação Calouste Gulbenkian**. Lisboa, 1987.

MERZENICH, M. M., SAMESHIMA, K. Cortical plasticity and memory. **Curr Opin Neurobiol** n. 3, p.187-96, Abr. 1993. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8513231/>. Acesso em: 20/08/2020.

MILANI, G. B.; JOÃO, S. M. A.; FARAH, E. A. Fundamentos da Fisioterapia dermatofuncional: revisão de literatura. **Fisiot Pesq**, v.13, n.1, p.37-43, 2006.

MORAIS, N. C. R., *et al.* Efeito antiinflamatório do laser de baixa potência e diodo luminoso na artrite induzida por zimosana. **Photomedicine and Laser Surgery**, v. 28, n. 2, p. 227-232, 2010.

MORF, S.; AMANN-VESTI, B.; FORSTER, A., *et al.* Microcirculation abnormalities in patients with fibromyalgia— Measured by capillary microscopy and laser fluxmetry. **Arthritis Res Therapy**, v. 7, n. 2, p. 209–225, Fev., 2005. Disponível: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1065312/>. Acesso em: 19/05/2020.

MUIR III, W. W.; HUBBELL, J. A. E.; SKARDA, R. T. *et al.* **Manual de anestesia veterinária**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2001. p. 242-249.

NICASSIO, P. M.; SCHUMAN, C.; KIM, J. *et al.* Psychosocial factors associated with complementary treatment use in fibromyalgia. **J. Rheumatol**, v. 24, p. 2008-2013, 1997.

NIEMZ, M. H. Light and matter. **Laser-Tissue Interactions: Fundamentals and Applications**. New York, p. 9–43, 2003.

NUSSBAUM, E. L.; BAXTER, G. D.; LILGE, L. A review of laser technology and light-tissue interactions as a background to therapeutic applications of low intensity lasers and other light sources. **Phys Ther Rev**, v. 8, p.31–44, 2003.

OAKLANDER, A. L.; HERZOG, Z. D.; DOWNS, H. M. *et al.* Objective evidence that small-fiber polyneuropathy underlies some illnesses currently labeled as fibromyalgia. **Pain**. v. 154, n. 11, p. 2310-2316, Nov., 2013. Disponível: <https://www.science-direct.com/science/article/abs/pii/S0304395913002947>. Acesso em: 06/08/2020.

OAKLANDER, A. L. Chronic pain. **ACP Medicine**. 2011; p. 1-19.

OLIVEIRA, A. S. **Neurofisiologia da Nocicepção e Percepção da Dor: Mecanismos de Modulação Central e Periférica**, abr. 2019.

PANHÓCA, V. H.; LOPES, L. B.; PAOLILLO, F. R.; BAGNATO, V. S. Treatment of temporomandibular disorder using synergistic laser and ultrasound application [Internet]. **Oral Health and Dental Management**, v. 17, n. 2, 2018, p. 1021-1026. Disponível: <https://www.longdom.org/open-access/treatment-of-temporomandibular-disorder-using-synergistic-laser-andultrasound-application.pdf>. Acesso em: 07/12/2019.

PERROT, S.; SCHAEFER, C.; KNIGHT, T. *et al.* Societal and individual burden of illness among fibromyalgia patients in France: association between disease severity and OMERACT core domains. **BMC musculoskeletal disorders**, v. 13, n. 1, p. 22-35, Fev., 2012. Disponível: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3305591/>. Acesso em: 25/04/2020.

POGUE, B. W.; PATTERSON, M. S. Review of tissue simulating phantoms for optical spectroscopy, imaging and dosimetry. **Journal of Biomedical Optics**, v. 11, n.4, 041102-16, Jul. 2006.

PROVENZA, J. R.; POLLAK, D. F.; MARTINEZ, J. E. *et al.* Fibromialgia. **Rev. Bras. Reumatol**, v. 44, n. 6, p. 443-449, Nov./Dez., 2004. Disponível: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0482-50042004000600008&script=sci_abstract. Acesso em: 11/05/2020.

RAJA, S. N.; CARR, D. B.; COHEN, M. *et al.* The revised International Association for the Study of Pain definition of pain: concepts, challenges, and compromises. **Pain**, v. 161, n. 9, p. 1976-1982, Set., 2020. Disponível: https://journals.lww.com/pain/Abstract/2020/09000/Therevised_International_Association_for_the.6.aspx. Acesso em: 10/10/2020.

RICE, F.; ALBRECHT, P. Cutaneous mechanisms of tactile perception: Morphological and chemical organization of the innervation to the skin. In: BASBAUM, A.; KANEKO, A.; *et al.* The Senses: A Comprehensive Reference. **Somatosensation**. San Diego: Academic Press, v. 6, p.1–32, Dez./Jan. 2008. Disponível: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B97801237088090_03406?via%3Dihub. Acesso em: 23/06/2020.

RIOS, A.; PEIXOTO, M.; SENRA, V. Transtornos do sono, qualidade de vida e tratamento psicológico. Monografia, Faculdade de Ciências Humanas e Sociais, Valadares. 2008. Disponível em <http://srvwebbib.univale.br/pergamum/tcc/Transtornosdosonoqualidade.devidaetr.atamentopsicologico.pdf>. Acesso em: 15/04/2021.

ROCHA, J. C. T. Terapia laser, cicatrização tecidual e angiogênese. **Rev. Bras. Promoção Saúde**, v. 17, n. 1, p. 44-52, 2004. Disponível: <https://periodicos.unifor.br/RBPS/article/view/345>. Acesso em: 17/05/2020.

RODRIGUES, N. C.; BRUNELLI, R.; ARAÚJO, H. S. S. *et al.* Low-level laser therapy (LLLT) (660nm) alters gene expression during muscle healing in rats. **J Photochem Photobiol.** n. 120, Mar. 2013, p. 29-35. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23416710/>. Acesso em: 10/04/2020.

ROMANO, C. V. G. **Efeito do ultra-som terapêutico aplicado na fase precoce da cicatrização do tendão flexor. Estudo biomecânico em tendões de coelhos.** 2001.68 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

RUARO, J. A.; FRÉZ, A. R.; RUARO, M. B. *et al.* Low-level laser therapy to treat fibromyalgia. **Lasers Med. Sci.** v. 29, n. 6, Mai. 2014. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24801056/>. Acesso em: 07/07/2020.

RUHMAN, W. The earliest book on rheumatism. **Br. J. Rheumatol.** v. 2, p. 140–162, Out. 1940.

RUSSELL, I. J.; LARSON, A. A. Neurophysiopathogenesis of fibromyalgia syndrome: a unified hypothesis. **Rheumatic Disease Clinics of North America** v. 35, n. 2, p. 421-435, mai. 2009. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19647152/>. Acesso em: 21/07/2020.

SANT'ANA, E. M. C. Fundamentação teórica para terapia combinada HECCUS: ultrassom e corrente Aussie no tratamento de lipodistrofia ginóide e da gordura localizada. **Revista Brasileira de Ciência & Estética.** v. 1, n. 1, p.1-15, 2010.

SENNA, E. R.; BARROS, A. L.; SILVA, E. O. *et al.* Prevalence of rheumatic diseases in Brazil: a study using the COPCORD approach. **J. Rheumatol.** v. 31, n. 3, p. 594–7., Mar. 2005 Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14994410/>. Acesso em: 13/01/2020.

SGANZELA, D. **Ultra-Som Pulsado de Baixa Intensidade na Regeneração Nervosa Periférica de Ratos.** 2007. 61 f. Dissertação (Mestrado pelo Programa de Pós Graduação de Interunidades em Bioengenharia) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

SILVA, D. F. **Alternativas para otimização da ação fotodinâmica no tratamento de câncer superficial.** 2014. 95 f. Tese (Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais) - Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2014.

SILVERMAN, S.; DUKES, E. M.; JOHNSTON, S. S. *et al.* The economic burden of fibromyalgia: comparative analysis with rheumatoid arthritis. **Curr Med. Res. Opin.** v. 25, n.4, p. 829–840, 2009.

SIMÃO, M. L. S.; FERNANDES, A. C.; CASARINO, R. L. *et al.* Sinergic Effect of Therapeutic Ultrasound and Low-Level Laser Therapy in the Treatment of Hands and

Knees Osteoarthritis. **J. Arthritis**, v. 7, n. 277, p. 1-4, Dez., 2018. Disponível: <https://www.iomcworld.org/open-access/sinergic-effect-of-therapeutic-ultrasound-and-lowlevel-laser-therapyin-the-treatment-of-hands-and-knees-osteoarthritis-2167-7921-1000277.pdf>. Acesso em: 05/12/2019.

SMART, K. *et al.* Razões clínicas baseadas em mecanismos de dor por fisioterapeutas musculoesqueléticos experientes. São Paulo, v. 3, n 2, p. 171-180, mai. 2006. Disponível: <http://portal.estacio.br/media/922718/a4-projetos-pibic-pibit-20152016-02022017.pdf>. Acesso em: 04/04/2021.

Sociedade Brasileira de Reumatologia. 2019. Disponível: <https://www.reumatologia.org.br/doencas-reumaticas/fibromialgia-e-doencas-articulares-inflamatorias>. Acesso em: 15/01/2020.

SOUZA, B.; LAURENTI, C. Molar Interpretation of Chronic Pain in Fibromyalgia. **Psicologia: ciência e profissão**, Brasília, v. 37, n. 2, p. 363-377, Abr./Jun., 2017. Disponível: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-98932017000200363. Acesso em: 13/11/2020.

SLUKA, K. A.; CLAUW, D. J. Neurobiology of fibromyalgia and chronic widespread pain. **Neuroscience**. v. 338, p. 114–129, 2016.

SMITH, H. S.; HARRIS, R.; CLAUW, D. Fibromyalgia: an afferent processing disorder leading to a complex pain generalized syndrome. **Pain Physician**, v.14, n. 2, p. E217-45, mar./abr. 2011.

STAUD, R.; ROBINSON, M.E.; PRICE, D.D. Temporal Summation of Second Pain and Its Maintenance Are Useful for Characterizing Widespread Central Sensitization of Fibromyalgia Patients. **The Journal of Pain**, v. 8, n. 11, p. 893–901, Nov. 2007, Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17681887/>. Acesso em: 18/01/2020.

STAUD, R. Peripheral pain mechanisms in chronic widespread pain. **Best Pract Res. Clin. Rheumatol**, v. 25, n. 2, p. 155–64, Abr. 2011. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22094192/>. Acesso em: 22/08/2020.

STAUD, R., WEYL, E. E., PRICE, D. D., ROBINSON, M.E. Mechanical and heat hyperalgesia highly predict clinical pain intensity in patients with chronic musculoskeletal pain syndromes. **J Pain**, v. 13, n. 8, p.725–35, Ago., 2012. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22739051/>. Acesso em: 20/08/2020.

SMITH, K. C. The photobiological basis of low level laser radiation therapy. **Laser therapy**, v.3, p. 19-24, 1991. Disponível: <http://www-leland.stanford.edu/~kendric/PDF/B53.pdf>. Acesso em: 27/05/2020.

TER HAAR, G.; DYSON, M.; OAKLEY, S. Ultrasound in physiotherapy in the United Kingdom: Results of a questionnaire. **Physiotherapy practice**, v. 4, n. 2, p. 69-72, 1987.

TER HAAR, G. Therapeutic ultrasound. **European Journal Ultrasound**, Shannon, v. 9, n.1, p. 3-9, 1999.

THIEME, K.; TURK, D. C.; FLOR, H. Comorbid depression and anxiety in fibromyalgia syndrome: relationship to somatic and psychosocial variables. **Psychosom Med.**, v. 66, n.6, p.837-44, 2004.

ÜÇEYLER, N.; SOMMER, C. Objective evidence that small-fiber polyneuropathy underlies some illnesses currently labeled as fibromyalgia. **Pain**, v. 154, n. 11, p. 2569, Nov., 2013. Disponível: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304395913003527>. Acesso em: 30/07/2020.

VLADIMIROV, Y. A.; OSIPOV, A. N.; KLEBANOV, G. I. Photobiological principles of therapeutic applications of laser radiation. **Biochemistry (Mosc)**, v. 69, , p.81-90, Jan., 2004 Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14972023/>. Acesso em: 25/10/2020.

WELLS, P. N. T. Biomedical ultrasonics. **Journal of Clinical Ultrasound**. London: Academic Press, Abr. 1977, 635 p. Disponível: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/jcu.1870060221>. Acesso em: 03/05/2020.

WOLFE, F.; SMYTHE, H. A.; YUNUS, M. B. *et al.* The American College of Rheumatology 1990 Criteria for the Classification of Fibromyalgia. Report of the Multicenter Criteria Committee. **Arthr Rheum.** v. 33, p. 160–72, 1990. Disponível: <https://www.researchgate.net/publication/20850373> The American College of Rheumatology 1990 Criteria for the Classification of Fibromyalgia Report of the Multicenter Criteria Committee. Acesso em: 29/07/2020.

WOLFE, F.; CLAUW, D. J.; FITZCHARLES, M. A.; *et al.* The American College of Rheumatology preliminary diagnostic criteria for fibromyalgia and measurement of symptom severity. **Arthritis Care Res (Hoboken)**. v. 62, n. 5, p. 600-610, Mai. 2010. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20461783/>. Acesso em: 02/04/2020.

WOLFE, F.; CLAUW, D.J.; FITZCHARLES M-A. *et al.* 2016 Revisions to the 2010/2011 fibromyalgia diagnostic criteria. **Semin Arthritis Rheum.**; v. 46, n. 3, p. 319–329, 2016.

YONG, S. Terapia por ultra-som. In: Kitichens, S., Bazin, S. **Eletroterapia de Clayton**. São Paulo: Manole; p.235-58, 1998.

YUNUS, M.; MAIS, A.; CALABRO, J. *et al.* Primary Fibromyalgia (Fibrositis) Clinical Study of 50 Patients with Matched Controls. **Semin Arthr Rheum.** v.11, p.151–71, 1981.

YUNUS, M. B. Fibromyalgia and overlapping disorders: the unifying concept of central sensitivity syndromes. **Semin. Arthritis Rheum**, v. 36, n. 6, p. 339-356, 2007.

ANEXO I

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Contatos do pesquisador responsável – Dr. Antonio E. de Aquino Jr. (16) 3373 9810 (242), (16)991721127 e ou e-mail: antoniodeaquinojr@gmail.com ou contato da Unidade de Terapia Fotodinâmica (16) 35091351.

Título do Projeto: AÇÃO CONJUGADA DE LASER E ULTRASOM PARA TRATAMENTO DE FIBROMIALGIA

Pesquisadores Responsáveis: Prof. Dr. Vanderlei Salvador Bagnato, Dr. Antonio Eduardo de Aquino Junior.

Pesquisadores Colaboradores: Dr. Leandro Moreira, Juliana da Silva Amaral Bruno, Daniel Marques Franco, Michelle Luise de Souza Simão

Instituição do Pesquisador Responsável: Instituto de Física de São Carlos-USP

A senhora está sendo convidada para participar de uma pesquisa clínica. Leia cuidadosamente o que segue e nos pergunte sobre qualquer dúvida que tiver. Após ser esclarecida sobre as informações à seguir e aceitando ser um participante desta pesquisa, é necessário assinar as 2 vias deste documento. Esse trabalho irá tratar da fibromialgia. É importante lembrar que este tratamento não é uma cura. Este projeto de pesquisa que tem como objetivo tratar a fibromialgia por meio do uso de uma nova tecnologia que permite o utilizar o laser terapêutico e ultrassom terapêutico ao mesmo tempo. Estas duas formas de tratamento já são utilizadas na fisioterapia. No entanto, neste projeto, elas podem ser aplicadas ao mesmo tempo, onde utilizamos um novo equipamento. Ainda, como nova forma de tratamento, faremos a aplicação desta terapia nas palmas das mãos, em razão de estudos anteriores mostrarem diferença na quantidade de fibras nervosas ao redor dos vasos sanguíneos localizados nas palmas das mãos de pacientes fibromiálgicos em relação à pacientes saudáveis.

Será realizado um questionário chamado questionário de impacto de fibromialgia. Ele será realizado antes do início da primeira sessão e após a última sessão. Também será perguntado à senhora qual a intensidade de sua dor, onde será mostrada uma escala para que a senhora possa nos apontar a intensidade da dor. O tratamento terá duração de 10 sessões, sendo 3 sessões por semana, com duração de aplicação de 3 minutos em cada palma das mãos. O tratamento terá duração de aproximadamente 3 semanas. Pedimos que ao longo destas sessões, a senhora não falte para que nossa pesquisa e seus tratamento não sejam prejudicados. O laser terapêutico é muito usado na fisioterapia para tratamento de diversas condições que envolvem inflamação e dor. O ultrassom terapêutico também é amplamente utilizado na fisioterapia e possui as mesmas funções básicas do tratamento do laser terapêutico.

Para proteção do paciente e do aplicador serão utilizados óculos de proteção adequados. Será utilizado gel próprio para uso com o equipamento para facilitar o contato da pele com o equipamento e desta forma evitar aquecimento do mesmo junto à pele. Os riscos existentes são: O laser terapêutico pode, em alguns casos, causar um pequeno aquecimento, mas sem risco de causar queimadura. O ultrassom terapêutico, pelo fato de ser utilizado em modo pulsado, também deve proporcionar um pequeno aquecimento, mas sem risco de causar queimadura. É importante ressaltar a importância do treinamento dos fisioterapeutas para o uso correto dos equipamentos. A qualquer momento, em caso

de qualquer sensibilidade excessiva, o atendimento será paralisado. Para evitar qualquer mudança no equipamento, ele será calibrado semanalmente. Em relação ao risco relativo aos questionários: a senhora pode se sentir constrangida e desta forma a qualquer momento pode solicitar a não continuação da execução das respostas. Em relação aos benefícios, a senhora estará ajudando no desenvolvimento de um novo protocolo de tratamento para fibromialgia, bem como sofrendo os possíveis efeitos positivos deste modelo de tratamento proposto, como a possível redução da dor.

A desistência do projeto não vai provocar nenhum prejuízo a senhora. Este projeto não tem nenhum custo para a senhora, sendo apenas necessário à sua presença nos dias estabelecidos previamente. Todas as suas informações serão tratadas com sigilo sendo os dados utilizados em publicações científicas.

Ciente e de acordo com o que foi anteriormente exposto, eu

RG: _____, estou de acordo em participar deste tratamento.

São Carlos, SP, ____/____/____



Assinatura do paciente

Assinatura do pesquisador responsável

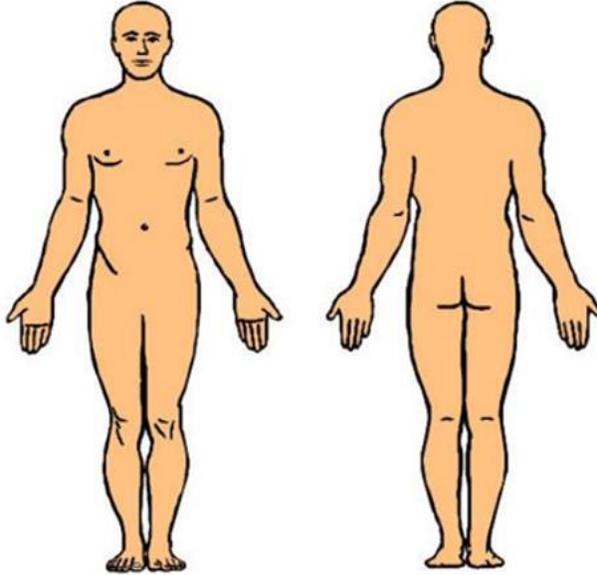
ANEXO II

Escala Visual Analógica

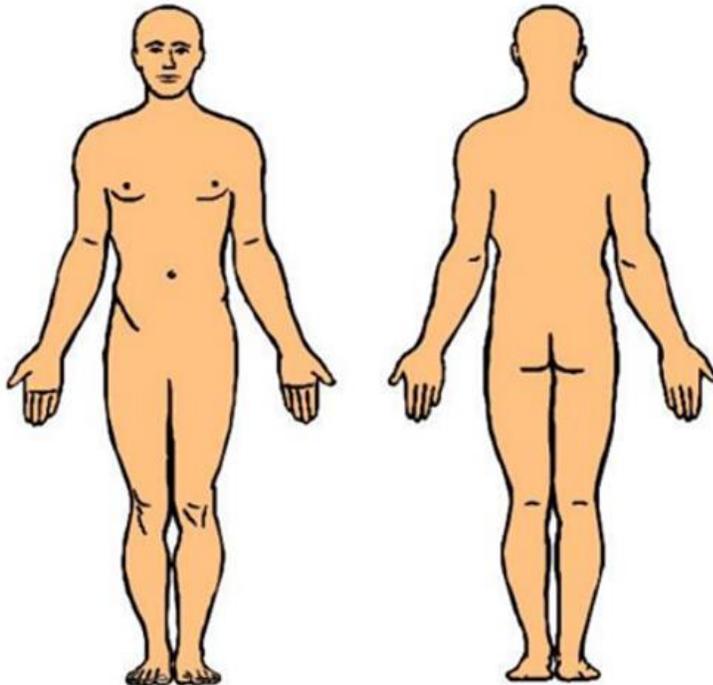


ANEXO III

Escala Multidimensional de Avaliação de Dor (Inicial):



Escala Multidimensional de Avaliação de Dor (Final):



ANEXO V

Índice da qualidade do sono de Pittsburgh

As seguintes perguntas são relativas aos seus hábitos de sono durante o última semana somente. Suas respostas devem indicar a lembrança mais exata da maioria dos dias e noites do última semana. Por favor, responda a todas as perguntas.

Nome: _____ Idade: _____

Data Inicial: _____ Data Final: _____

1. Durante o último mês, quando você geralmente foi para a cama a noite? hora usual de deitar:
 2. Durante o último mês, quanto tempo (em minutos) você geralmente levou para dormir a noite? número de minutos:
 3. Durante o último mês, quando você geralmente levantou de manhã? hora usual de levantar?
 4. Durante o último mês, quantas horas de sono você teve por noite? (Esta pode ser diferente do número de horas que você ficou na cama). Horas de sono por noite:
5. Durante o último mês, com que frequência você teve dificuldade para dormir porque você:
- A) não conseguiu adormecer em até 30 minutos
- | | |
|---------------------------------|----------------------------------|
| 1 = nenhuma no último mês | 3 = uma ou duas vezes por semana |
| 2 = menos de uma vez por semana | 4 = três ou mais vezes na semana |
- B) acordou no meio da noite ou de manhã cedo
- | | |
|---------------------------------|----------------------------------|
| 1 = nenhuma no último mês | 3 = uma ou duas vezes por semana |
| 2 = menos de uma vez por semana | 4 = três ou mais vezes na semana |
- C) precisou levantar para ir ao banheiro
- | | |
|---------------------------------|----------------------------------|
| 1 = nenhuma no último mês | 3 = uma ou duas vezes por semana |
| 2 = menos de uma vez por semana | 4 = três ou mais vezes na semana |
- D) não conseguiu respirar confortavelmente
- | | |
|---------------------------------|----------------------------------|
| 1 = nenhuma no último mês | 3 = uma ou duas vezes por semana |
| 2 = menos de uma vez por semana | 4 = três ou mais vezes na semana |
- E) tossiu ou roncou forte
- | | |
|---------------------------------|----------------------------------|
| 1 = nenhuma no último mês | 3 = uma ou duas vezes por semana |
| 2 = menos de uma vez por semana | 4 = três ou mais vezes na semana |
- F) Sentiu muito frio?

1 = nenhuma no último mês
2 = menos de uma vez por semana

3 = uma ou duas vezes por semana
4 = três ou mais vezes na semana

G) sentiu muito calor?

1 = nenhuma no último mês
2 = menos de uma vez por semana

3 = uma ou duas vezes por semana
4 = três ou mais vezes na semana

H) teve sonhos ruins?

1 = nenhuma no último mês
2 = menos de uma vez por semana

3 = uma ou duas vezes por semana
4 = três ou mais vezes na semana

I) teve dor?

1 = nenhuma no último mês
2 = menos de uma vez por semana

3 = uma ou duas vezes por semana
4 = três ou mais vezes na semana

J) outras razões, por favor descreva: _____

1 = nenhuma no último mês
2 = menos de uma vez por semana

3 = uma ou duas vezes por semana
4 = três ou mais vezes na semana

6. Durante o último mês como você classificaria a qualidade do seu sono de uma maneira geral:

Muito boa () Boa () Ruim () Muito ruim ()

7. Durante o último mês, com que frequência você tomou medicamento (prescrito ou por conta própria) para lhe ajudar

1 = nenhuma no último mês
2 = menos de uma vez por semana

3 = uma ou duas vezes por semana
4 = três ou mais vezes na semana

8. No último mês, que frequência você teve dificuldade para ficar acordado enquanto dirigia, comia ou participava de uma atividade social (festa, reunião de amigos)

1 = nenhuma no último mês
2 = menos de uma vez por semana

3 = uma ou duas vezes por semana
4 = três ou mais vezes na semana

9. Durante o último mês, quão problemático foi pra você manter o entusiasmo (ânimo) para fazer as coisas (suas atividades habituais)?

Nenhuma dificuldade ()
Um problema razoável ()

Um problema leve ()
Um grande problema ()

ANEXO VI

INVENTÁRIO DE DEPRESSÃO DE BECK - BDI

Nome: _____ Idade: _____ Data: ____/____/____

Este questionário consiste em 21 grupos de afirmações. Depois de ler cuidadosamente cada grupo, faça um círculo em torno do número (0, 1, 2 ou 3) próximo à afirmação, em cada grupo, que descreve **melhor** a maneira que você tem se sentido na **última semana, incluindo hoje**. Se várias afirmações num grupo parecerem se aplicar igualmente bem, faça um círculo em cada uma. **Tome cuidado de ler todas as afirmações, em cada grupo, antes de fazer sua escolha.**

1	0 Não me sinto triste 1 Eu me sinto triste 2 Estou sempre triste e não consigo sair disto 3 Estou tão triste ou infeliz que não consigo suportar	7	0 Não me sinto decepcionado comigo mesmo 1 Estou decepcionado comigo mesmo 2 Estou enojado de mim 3 Eu me odeio
2	0 Não estou especialmente desanimado quanto ao futuro 1 Eu me sinto desanimado quanto ao futuro 2 Acho que nada tenho a esperar 3 Acho o futuro sem esperanças e tenho a impressão de que as coisas não podem melhorar	8	0 Não me sinto de qualquer modo pior que os outros 1 Sou crítico em relação a mim por minhas fraquezas ou erros 2 Eu me culpo sempre por minhas falhas 3 Eu me culpo por tudo de mal que acontece
3	0 Não me sinto um fracasso 1 Acho que fracassei mais do que uma pessoa comum 2 Quando olho pra trás, na minha vida, tudo o que posso ver é um monte de fracassos 3 Acho que, como pessoa, sou um completo fracasso	9	0 Não tenho quaisquer idéias de me matar 1 Tenho idéias de me matar, mas não as executaria 2 Gostaria de me matar 3 Eu me mataria se tivesse oportunidade

4	<p>0 Tenho tanto prazer em tudo como antes</p> <p>1 Não sinto mais prazer nas coisas como antes</p> <p>2 Não encontro um prazer real em mais nada</p> <p>3 Estou insatisfeito ou aborrecido com tudo</p>	10	<p>0 Não choro mais que o habitual</p> <p>1 Choro mais agora do que costumava</p> <p>2 Agora, choro o tempo todo</p> <p>3 Costumava ser capaz de chorar, mas agora não consigo, mesmo que o queria</p>
5	<p>0 Não me sinto especialmente culpado</p> <p>1 Eu me sinto culpado grande parte do tempo</p> <p>2 Eu me sinto culpado na maior parte do tempo</p> <p>3 Eu me sinto sempre culpado</p>	11	<p>0 Não sou mais irritado agora do que já fui</p> <p>1 Fico aborrecido ou irritado mais facilmente do que costumava</p> <p>2 Agora, eu me sinto irritado o tempo todo</p> <p>3 Não me irrita mais com coisas que costumavam me irritar</p>
6	<p>0 Não acho que esteja sendo punido</p> <p>1 Acho que posso ser punido</p> <p>2 Creio que vou ser punido</p> <p>3 Acho que estou sendo punido</p>	12	<p>0 Não perdi o interesse pelas outras pessoas</p> <p>1 Estou menos interessado pelas outras pessoas do que costumava estar</p> <p>2 Perdi a maior parte do meu interesse pelas outras pessoas</p> <p>3 Perdi todo o interesse pelas outras pessoas</p>

ANEXO VII

INVENTÁRIO DE ANSIEDADE DE BECK - BAI

Nome: _____ Idade: _____ Data: ____/____/____

Abaixo está uma lista de sintomas comuns de ansiedade. Por favor, leia cuidadosamente cada item da lista. Identifique o quanto você tem sido incomodado por cada sintoma durante a **última semana, incluindo hoje**, colocando um "x" no espaço correspondente, na mesma linha de cada sintoma.

	Absolutamente não	Levemente Não me incomodou muito	Moderadamente Foi muito desagradável mas pude suportar	Gravemente Difícilmente pude suportar
1. Dormência ou formigamento				
2. Sensação de calor				
3. Tremores nas pernas				
4. Incapaz de relaxar				
5. Medo que aconteça o pior				
6. Atordoado ou tonto				
7. Palpitação ou aceleração do coração				
8. Sem equilíbrio				
9. Aterrorizado				
10. Nervoso				
11. Sensação de sufocação				
12. Tremores nas mãos				
13. Trêmulo				
14. Medo de perder o controle				
15. Dificuldade de respirar				
16. Medo de morrer				
17. Assustado				
18. Indigestão ou desconforto no abdômen				
19. Sensação de desmaio				
20. Rosto afogueado				
21. Suor (não devido ao calor)				

ANEXO VIII

QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA – VERSÃO CURTA –

Nome: _____

Data: ____/____/____ Idade: ____ Sexo: F () M ()

Nós estamos interessados em saber que tipos de atividade física as pessoas fazem como parte do seu dia a dia. Este projeto faz parte de um grande estudo que está sendo feito em diferentes países ao redor do mundo. Suas respostas nos ajudarão a entender que tão ativos nós somos em relação à pessoas de outros países. As perguntas estão relacionadas ao tempo que você gasta fazendo atividade física na **ÚLTIMA** semana. As perguntas incluem as atividades que você faz no trabalho, para ir de um lugar a outro, por lazer, por esporte, por exercício ou como parte das suas atividades em casa ou no jardim. Suas respostas são **MUITO** importantes. Por favor responda cada questão mesmo que considere que não seja ativo. Obrigado pela sua participação!

Para responder as questões lembre-se que:

- atividades físicas **VIGOROSAS** são aquelas que precisam de um grande esforço físico e que fazem respirar **MUITO** mais forte que o normal;
- atividades físicas **MODERADAS** são aquelas que precisam de algum esforço físico e que fazem respirar **UM POUCO** mais forte que o normal

Para responder as perguntas pense somente nas atividades que você realiza por pelo menos 10 minutos contínuos de cada vez.

1a Em quantos dias da última semana você **CAMINHOU** por pelo menos 10 minutos contínuos em casa ou no trabalho, como forma de transporte para ir de um lugar para outro, por lazer, por prazer ou como forma de exercício?

dias ____ por **SEMANA** () Nenhum

1b Nos dias em que você caminhou por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou caminhando **por dia**?

horas: ____ Minutos: ____

2a. Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **MODERADAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo pedalar leve na bicicleta, nadar, dançar, fazer ginástica aeróbica leve, jogar

vôlei recreativo, carregar pesos leves, fazer serviços domésticos na casa, no quintal ou no jardim como varrer, aspirar, cuidar do jardim, ou qualquer atividade que fez aumentar **moderadamente** sua respiração ou batimentos do coração (POR FAVOR NÃO INCLUA CAMINHADA)

dias _____ por **SEMANA** () Nenhum

2b. Nos dias em que você fez essas atividades moderadas por pelo menos 10 minutos contínuos, quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades **por dia**?

horas: _____ Minutos: _____

3a Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **VIGOROSAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo correr, fazer ginástica aeróbica, jogar futebol, pedalar rápido na bicicleta, jogar basquete, fazer serviços domésticos pesados em casa, no quintal ou cavoucar no jardim, carregar pesos elevados ou qualquer atividade que fez aumentar **MUITO** sua respiração ou batimentos do coração.

dias _____ por SEMANA () Nenhum

3b Nos dias em que você fez essas atividades vigorosas por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades **por dia**?

horas: _____ Minutos: _____

4a. Quanto tempo no total você gasta sentado durante um **dia de semana**?

_____ horas ____ minutos

4b. Quanto tempo no total você gasta sentado durante em um **dia de final de semana**?

_____ horas ____ minutos

APÊNDICE I

CARTILHA DE ORIENTAÇÃO E EXERCÍCIOS:

FIBROMIALGIA

A fibromialgia é uma síndrome clínica caracterizada por dor crônica generalizada, muito comum na população. Afeta mais o sexo feminino e inicia-se normalmente entre os 35 e 44 anos.

Não se sabe ao certo quais as causas da fibromialgia. Alguns dos sintomas comuns, além da dor são: fadiga, distúrbios do sono, rigidez matinal, dificuldade de atenção e memória.

Alongar o corpo traz benefícios a todos, especialmente aos pacientes com fibromialgia, possibilitando o alívio de tensões, melhorando a postura e contribuindo para a funcionalidade do corpo nas atividades de vida diária.

Exercício 1 – Espreguiçar

- 1) Leve os braços para cima com os cotovelos estendidos e faça 3 respirações profundas na posição.



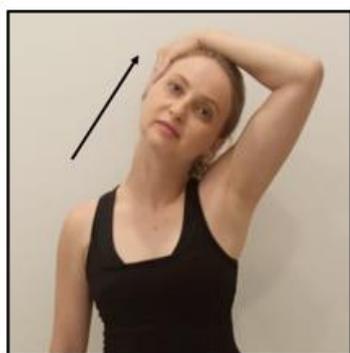
- 2) Incline o tronco lateralmente com os cotovelos estendidos e faça 3 respirações profundas na posição. Repita o mesmo para o outro lado e depois para frente.



- 3) Abraçe a si mesma e faça 3 respirações profundas na posição.



Exercício 2 – Alongamento da cervical



Incline a cabeça para o lado como se quisesse encostar a orelha no ombro, com ajuda da mão do mesmo lado. Deixe o braço oposto estendido. Mantenha a posição do alongamento por 40 segundos de cada lado. Repita cada um deles 3 vezes e não esqueça de respirar devagar.

Exercício 3 – Alongamento da cervical



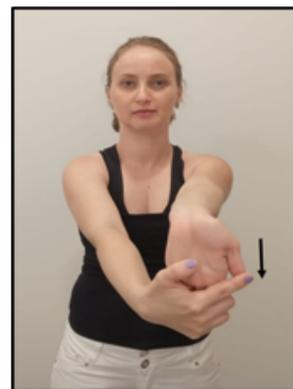
Incline a cabeça para baixo como se quisesse olhar para a axila, com ajuda da mão do mesmo lado. Deixe o braço oposto estendido. Mantenha a posição do alongamento por 40 segundos de cada lado. Repita cada um deles 3 vezes.

Exercício 4 – Alongamento de extensores de punho



Deixe os braços estendidos na direção do ombro e flexione o punho em direção a você. Não se esqueça de segurar o polegar também. Mantenha o posicionamento por 40 segundos respirando devagar. Faça o mesmo com o outro lado. Repita 3 vezes.

Exercício 5 – Alongamento de flexores de punho



Faça o mesmo movimento na direção oposta, como mostra a imagem. Mantenha o posicionamento por 40 segundos respirando devagar. Faça o mesmo com o outro lado. Repita 3 vezes.

Exercício 6 – Pêndulo do Ombro



Deixe um dos braços soltos e faça movimentos circulares na direção horário e anti-horário, como mostra a imagem.

Exercício 7 – Alongamento da Coluna

1)



2)



- 1) Em uma superfície estável e confortável, deite de barriga para cima com toda a região das costas em contato com o chão. Abraçe as duas pernas, levando os joelhos na direção do peito. Segure na posição por pelo menos 40 segundos, sempre respirando devagar.
- 2) Estenda os braços na direção do ombro, como mostra a figura e tome as pernas para o lado. Mantenha a posição por 40 segundos e depois faça o mesmo para o lado oposto.

Exercício 8 – Alongamento da Coluna

Em uma superfície plana e estável, sente-se sobre os calcanhares e leve os braços para frente tentando manter a coluna toda esticada. Fique nesta posição por 40 segundos e retorne devagar.

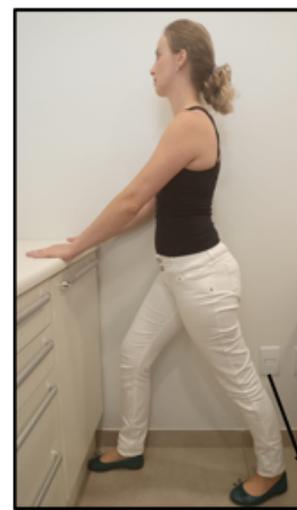
Nunca esqueça de respirar enquanto faz os exercícios.

Exercício 9 – Alongamento Peitoral

Em pé, apoie o antebraço na porta e mantenha a posição por 40 segundos. Na mesma posição, coloque um braço estendido na altura do ombro, apoiado na parede, com a mão para o lado oposto, como mostra a imagem. Mantenha a posição de alongamento por pelo menos 40 segundos. Troque o lado e repita com o outro braço.

Exercício 10- Alongamento de Quadríceps

Apoie uma mão sobre a mesa ou na parede, após puxe o pé em direção ao glúteo (contraindo abdômen e glúteo) e permaneça, por pelo menos, 40 segundos nesta posição.

Exercício 11- Alongamento de Panturrilha

Apoie as mãos sobre a mesa ou na parede e coloque um pé encostado também na parede com o joelho dobrado e o outro pé para traz com o joelho esticado, permaneça nesta posição por 40 segundos.

Posicionamento na hora de dormir

O posicionamento durante a noite é muito importante, pois passamos muito tempo deitados. Dormir de lado ajuda a proteger a coluna lombar e diminuir a tensão muscular cervical.

Colocar almofadas entre o joelho também auxilia para melhor posicionamento. Lembre-se de observar se seu colchão está adequado, assim como seu travesseiro.



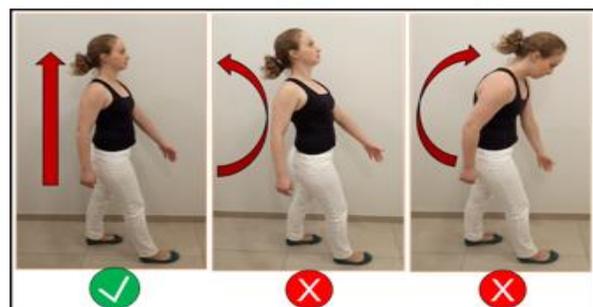
E para levantar da cama?



Primeiramente, fique deitado de lado, dobre as pernas e impulsione o corpo com a mão, ao mesmo tempo em que coloca as pernas para fora da cama.

E a postura?

Durante os exercícios ou no dia-dia, a postura deve manter-se sempre correta!



E a dor?

A dor é um alerta do nosso corpo para algum risco e, portanto, é como o sistema de alarme e proteção do organismo.

Cada pessoa sente a dor de um jeito único. Isso acontece porque a dor é resultado de vários fatores como: biológicos, preocupações, sentimentos, relações familiares, trabalho, situação econômica...

Em algumas pessoas, o sistema de alarme está desregulado e por isso acaba disparando a todo o momento.

Certas ocasiões também podem contribuir para aumentar ainda mais a desregulação da dor, como: stress, ansiedade, sedentarismo, preocupação com o futuro...

Por isso, entender o que provoca um estado de mais ou menos dor no seu dia a dia e tentar controlá-lo pode te ajudar a lidar com ela de uma maneira mais fácil.



**Cartilha elaborada para o Projeto de Mestrado,
discente Juliana da Silva Amaral Bruno pelo Programa
de Pós-Graduação em Biotecnologia (PPGBiotec) da
Universidade Federal de São Carlos em parceria com
Instituto de Física de São Carlos - Universidade de São
Paulo.**

Mestranda: Fisioterapeuta Juliana da Silva Amaral Bruno
CREFITO: 77723-F

Orientador: Prof. Dr. Vanderlei Salvador Bagnato

Co-orientador: Dr. Antônio Eduardo de Aquino Junior

Colaboradora: Fisioterapeuta Dra. Karen Cristina Laurenti
CREFITO: 98126- F

2021

