

UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO

CAMILA DE AMORIM FLANDES

**TERAPIA POR FOTOBIMODULAÇÃO ASSOCIADA AO TREINAMENTO
RESISTIDO EM MULHERES IDOSAS FISICAMENTE ATIVAS – ENSAIO
CLÍNICO, RANDOMIZADO, PLACEBO-CONTROLADO.**

SÃO PAULO - SP

2020

CAMILA DE AMORIM FLANDES

TERAPIA POR FOTOBIMODULAÇÃO ASSOCIADA AO TREINAMENTO
RESISTIDO EM MULHERES IDOSAS FISICAMENTE ATIVAS – ENSAIO
CLÍNICO, RANDOMIZADO, PLACEBO-CONTROLADO.

Dissertação apresentada ao programa de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação da Universidade Nove de Julho para obtenção do título de mestre.

Orientador: Prof. Dr^o Paulo de Tarso Camillo de Carvalho (In memoriam).
Prof. Dr^o Cid André Fidelis de Paula Gomes.

**São Paulo, SP
2020**

Flandes, Camila de Amorim.

Terapia por fotobiomodulação associada ao treinamento resistido em mulheres idosas fisicamente ativas – ensaio clínico, randomizado, placebo-controlado. / Camila de Amorim Flandes. 2020.

56 f.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Nove de Julho - UNINOVE, São Paulo, 2020.

Orientador (a): Prof. Dr. Paulo de Tarso Camillo de Carvalho (In memoriam).

Orientador (a): Prof. Dr. Cid André Fidelis de Paula Gomes.

1. Envelhecimento. 2. Fotobiomodulação. 3. Exercício físico.
Gomes, Cid André Fidelis de Paula. II. Título.

CDU 615.8

São Paulo, 30 de junho de 2020.

TERMO DE APROVAÇÃO


Aluno(a): Camila de Amorim Flandes

Título da Dissertação: "Terapia de Fotobiomodulação Associada ao Treinamento Resistido em Mulheres Idosas Fisicamente Ativas – Estudo Randomizado, Duplo – Cego".

Presidente: PROF. DR. CID ANDRÉ FIDELIS DE PAULA GOMES



Membro: PROF. DR. FABIANO POLITTI



Membro: PROF. DR. IGOR PHILLIP DOS SANTOS GLÓRIA



AGRADECIMENTOS

Dedico esse trabalho com muito carinho ao meu filho Gabriel.

À minha família em especial meus pais Ivone e Salvador que sempre me apoiaram nos estudos, e foram essenciais para que eu conseguisse cumprir meus compromissos, auxiliando no cuidado do meu filho Gabriel.

A minha companheira Mayara, que esteve ao meu lado principalmente na reta final do meu trabalho, não deixando que eu desistisse, me incentivando, me auxiliando diante de tantos obstáculos que aconteceram nessa caminhada, serei eternamente grata.

Ao Ricardo, Pai do meu filho pela paciência e pelo cuidado que teve com o Gabriel nos momentos em que eu precisei me ausentar.

Agradeço meu orientador Professor Dr. Paulo de Tarso Camilo de Carvalho (em memória), que me auxiliou nessa grande jornada e com muitas dificuldades devido sua luta contra o câncer, nunca desistiu dos seus alunos, e do seu trabalho que tanto amava, e pelo legado que deixou com suas pesquisas e ensinamentos.

Ao Professor Dr. Cid André Fidelis de Paula Gomes que me orientou para que eu pudesse finalizar o meu trabalho, agradeço a confiança, a paciência e todos os ensinamentos.

Meu grande agradecimento a ACM – Associação Cristã de moços de São Paulo, em especial a Cristina Néglia, Secretária executiva que me incentivou e concedeu o espaço para que eu pudesse realizar minhas coletas.

Agradeço com muito carinho a todas as voluntárias da ACM, que dedicaram um pouco do seu tempo para colaborar com a minha pesquisa.

As enfermeiras Eliane e Karla, que me auxiliaram nas coletas de sangue, com muito carinho e respeito com as nossas voluntárias.

Agradeço a Unifesp – Campus São Paulo, em especial ao Professor Dr. Andrey Jorge Serra, por me conceder o laboratório para análise dos meus dados.

As minhas colegas de curso que me apoiaram, estiveram sempre juntas nos momentos mais difíceis e mais alegres, a todos os professores da Universidade Nove de Julho que contribuíram de alguma forma para o meu crescimento.

Á todos os meus amigos, colegas, voluntários que auxiliaram de forma direta ou indireta no meu projeto, o meu agradecimento.

E a Deus por me dar força para lutar, coragem para seguir em frente, e fé para não desistir.

SUMÁRIO

1. Problematização	1
1.2 Atividade física	3
1.3 Treinamento Resistido	4
1.4 Terapia de fotobiomodulação	5
1.4 Terapia de fotobiomodulação e exercício físico	5
Objetivo Geral	6
Objetivos específicos	6
2. Materiais e métodos	7
2.1 Desenho do estudo	7
2.2 Amostra	7
2.3 Dados clínicos	8
2.5 Randomização	8
2.7 Avaliação da capacidade funcional	9
2.8 Protocolo de treinamento de força	9
2.9 Treinamento resistido	9
2.10 Fotobiomodulação	9
2.11 Avaliação do nível de atividade física	11
2.12 Análise bioquímica das amostras	11
2.13 Análise de CK e LDH	12
3. Análise estatística	12
4. Resultados	13
4.1 Introdução	13
4.2 Métodos	14
4.2.1. Aspectos éticos	14
4.2.2. Procedimentos	14
4.2.3. Participantes	14
4.2.4. Grupo 1	15
4.2.5. Grupo 2	16
4.2.6. Grupo C	16
4.2.7. Medidas de avaliação	16
4.2.9. Estatística	17
4.3 Resultados	17
4.4 Discussão	20
4.4 Conclusão	22
5. Considerações finais	23
6. Referências	24
7. Anexos	27

RESUMO

A população idosa tem aumentado em países desenvolvidos como o Brasil. A atividade física tem um papel essencial para atenuar os efeitos deletérios do envelhecimento. A terapia por fotobiomodulação (TFBM) tem demonstrado benefícios na melhora da fadiga muscular, dor muscular tardia, causada pelo treinamento resistido. O objetivo desse estudo foi avaliar os efeitos da incorporação da terapia por fotobiomodulação em um protocolo de treinamento resistido em relação a fadiga muscular e dano muscular em idosas fisicamente ativas. Assim, 20 idosas fisicamente ativas, praticantes de hidroginástica, com liberação médica, anamnese preenchida participaram do estudo. As voluntárias foram alocadas em três grupos: Grupo 1 exercício e TFBM ativa, G2 exercício e TFBM placebo e GC grupo controle. As intervenções foram realizadas 2 vezes por semana em dias alternados, durante 8 semanas. As voluntárias foram avaliadas antes e depois das intervenções propostas, em relação a capacidade funcional avaliada utilizando o teste de caminhada de seis minutos (TC6M) e Análise de Creatina quinase e lactato desidrogenase. Analisando as variáveis estudadas, não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes nas análises intra e entre os grupos ao longo do tempo.

Palavras-chave: Envelhecimento; fotobiomodulação; exercício físico.

ABSTRACT

The elderly population has increased in developed countries like Brazil. Physical activity plays an essential role in mitigating the harmful effects of aging. Photobiomodulation therapy (TFBM) has shown benefits in improving muscle fatigue, late muscle pain, caused by resistance training. The objective of this study was to evaluate the effects of incorporating photobiomodulation therapy in a resistance training protocol in relation to muscle fatigue and muscle damage in physically active elderly women. Thus, 20 physically active elderly women, practitioners of aqua aerobics, with medical clearance, completed anamnesis participated in the study. The volunteers were allocated into three groups: Group 1 exercise and active TFBM, G2 exercise and placebo TFBM and CG control group. Interventions were performed twice a week on alternate days for 8 weeks. The volunteers were evaluated before and after the proposed interventions, in relation to the functional capacity assessed using the six-minute walk test (6MWT) and Analysis of Creatine kinase and lactate dehydrogenase. Analyzing the variables studied, no statistically significant differences were found in the intra- and inter-group analyzes over time.

Keywords: Erythrocyte aging, photobiomodulation, exercise.

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Tabela 1. Características gerais dos pacientes incluídos neste estudo

Tabela 2. Descrição dos valores das medidas das medidas de resultados

Tabela 3. Comparação ao longo do tempo entre os grupos

Quadro 1 Treino de força para idosos:

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Aparelho utilizado para aplicação da fotobiomodulação

Figura 2. Pontos de aplicação da Terapia de fotobiomodulação, ou placebo (círculos pretos).

Figura 3. Fluxograma do estudo baseado em Consolidated Standards of Reporting (CONSORT).

LISTA DE ABRAVIATURAS

TFBM – Terapia de fotobiomodulação

CK- Creatina quinase

LDH – Lactato desidrogenase

TC6 – Teste de caminhada de 6 minutos

1RM – 1 Repetição máxima

IPAQ- Questionário internacional de atividade física

AVD – Atividades da vida diária

NADH - Nicotinamida Adenina de nucleotídeo

RPM – Rotações por minuto

1. Problematização

A população de idosos está aumentando cada vez mais no Brasil e no mundo, resultando em profundas mudanças na dinâmica demográfica. Nos últimos 60 anos, houve um acréscimo de 15 milhões de indivíduos idosos no país, passando de 4% para 9% da população brasileira. Em 2025, estima-se um aumento de mais de 33 milhões, tornando o Brasil o sexto país com maior percentual populacional de idosos no mundo ^(1, 2).

Em 2025, estima-se um aumento de mais de 33 milhões, tornando o Brasil o sexto país com maior percentual populacional de idosos no mundo ^(1, 2). O envelhecimento está ligado ao grupo de alterações do desenvolvimento que ocorrem nos últimos anos de vida e está associado a alterações profundas na composição corporal. Com a idade, há um aumento na massa de gordura corporal, especialmente com o acúmulo de depósitos de gordura na cavidade abdominal e uma diminuição da massa corporal magra.

Esse fator ocorre basicamente como resultado das perdas da massa muscular esquelética. Essa perda, relacionada à idade, foi denominada “sarcopenia” ⁽³⁾. Idosos saudáveis apresentam, em média, 20-40% menos força, em comparação aos mais jovens. Perdas maiores (50% ou mais) têm sido encontradas em idosos com mais de 90 anos de idade. Esta redução da força com o envelhecimento é predominantemente atribuída à diminuição da massa muscular ⁽⁴⁾. A perda de massa muscular é denominada como “Sarcopenia”, tem sido descrita como uma síndrome geriátrica caracterizada pela diminuição global e progressiva da massa e força muscular, implicando em grandes prejuízos à funcionalidade do idoso ⁽³⁾. Os aspectos da fragilidade incluem redução na mobilidade, anormalidade na marcha, fraqueza muscular, tolerância reduzida ao exercício, equilíbrio instável, má nutrição e sarcopenia ^(4, 5).

Estudo epidemiológico sugere que diferentes fatores contribuem para o desenvolvimento da sarcopenia, incluindo alterações hormonais, perda de neurônios motores, nutrição inadequada, inatividade física e baixo grau de inflamação crônica; resultando em perda da massa muscular de cerca de 1 a 2% por ano, a partir dos 50 anos de idade ⁽⁶⁾. O American College of Sports Medicine (ACSM), afirma que a sarcopenia é o principal fator responsável pela redução

da capacidade funcional do idoso, pois ocasiona diminuições na força muscular, no equilíbrio, na flexibilidade e na resistência aeróbia.

A Terapia por fotobiomodulação (TFBM), é um processo não-térmico, em que a luz interage com os cromóforos, levando a reações foto físicas e fotoquímicas em diferentes tecidos. É uma terapia de luz que utiliza fontes de luz não ionizantes, como lasers, diodos emissores de luz e luz de banda larga, do espectro visível ao infravermelho⁽⁷⁾. Tem sido utilizada para promover regeneração dos tecidos, reduzir a inflamação, acelerar a cicatrização de feridas e aliviar a dor⁽⁸⁾. Um estudo também mostrou resultados positivos na melhora da dor muscular e desempenho muscular quando utilizado a TFBM pós exercício em jovens atletas⁽⁹⁾. Porém faz-se necessário mais estudos para comprovarem a eficácia desses resultados.

A fadiga muscular pode ser definida como a redução induzida da capacidade de um músculo gerar força, dependendo de fatores neurais periféricos e centrais, do tipo de fibra muscular e da ativação muscular⁽¹⁰⁾

O desenvolvimento da fadiga é um processo complexo e relativo que envolve elementos fisiológicos, biomecânicos e psicológicos, sendo que inúmeros fatores são afetados com os tipos e a intensidade de exercício, os grupos musculares envolvidos e os fatores físicos locais e bioquímicos⁽¹¹⁾, tendo em vista que os estudos mostram que a TFBM pode auxiliar na melhora da fadiga muscular e dor muscular tardia causada pelo treinamento resistido, este estudo pretende avaliar os benefícios da terapia de TFBM em relação a diminuição da fadiga muscular dor muscular tardia em idosos praticantes de exercício resistido⁽¹¹⁾.

1.2 Atividade física

A prática regular de atividade física não pode evitar as alterações fisiológicas e biológicas causadas pelo envelhecimento, mas pode acarretar vários benefícios, diminuindo os efeitos deletérios, para um envelhecer com mais qualidade de vida, além de aumentar a expectativa de vida ⁽¹²⁾.

A prática de atividade física tem um papel fundamental e auxilia na prevenção de doenças crônicas ⁽¹³⁾, auxiliar nas atividades de vida diária (AVDS), que são as atividades do cotidiano como : lavar louça, ir a farmácia, trocar de roupas, estender roupas, brincar com o neto, entre outras. Podemos destacar a melhora da capacidade funcional (AVDS), diminuição do perfil lipídico, melhora do equilíbrio, melhora da coordenação, melhora e manutenção do condicionamento físico de maneira global e melhorar e/ou aumentar a força os conceitos utilizados para definir alguns termos podem ser explicados da seguinte forma.⁽¹³⁾

- I. Atividade física: definida como qualquer movimento corporal produzido em consequência da contração muscular que resulte em gasto calórico.
- II. Exercício: definido como uma subcategoria da atividade física que é planejada, estruturada e repetitiva; resultando na melhora ou manutenção de uma ou mais variáveis da aptidão física.
- III. Aptidão física: considerada não como um comportamento, mas uma característica que o indivíduo possui ou atinge, como a potência aeróbica, *endurance* muscular, força muscular, composição corporal e flexibilidade.

1.3 Treinamento Resistido

O treinamento resistido é um método muito utilizado para prevenção e manutenção da massa e força muscular, ele é realizado contra uma resistência variando seu volume e intensidade, utilizando contrações musculares concêntricas, excêntricas ou isométricas, desempenhando um papel importante para a manutenção da capacidade funcional do idoso ⁽¹⁴⁾. Os idosos apresentam um aumento de gordura corporal, especialmente na cavidade abdominal, uma perda acentuada do número de fibras e unidade motoras, que leva a uma diminuição da massa muscular e conseqüentemente diminuição da força muscular ⁽¹⁵⁾. O treinamento resistido é um excelente aliado para manutenção e aumento de força muscular, e melhora da aptidão física e qualidade de vida ⁽¹⁶⁾.

Quadro 1. Treino de força para idosos:

Autores	Series	Repetições	Intensidade	Amostras
Ávila (2005)	2	8 a 13	50 a 80 % 1RM	Idosas (67,53±3,92 anos)
ASCM (1998), ⁽¹⁷⁾	2 a 3	Não relatado	Intensidades variáveis	Idosos em Geral
MATSUDO (2006), ⁽¹⁸⁾	2 a 3	8 a 10	80% 1RM	Idosos em Geral
RASO ET AL (2001) ⁽¹⁹⁾	3	10	50% 1RM	Idosas (64,3 ±7,6 anos)

1.4 Terapia de fotobiomodulação

Considerada como um recurso bioestimulante em tecidos, por meio de seus efeitos biológicos, tais como analgésicos, anti-inflamatórios e cicatrizantes⁽²⁰⁾, também conhecida como terapia laser de baixa intensidade e terapia por diodos emissores de luz, tem sido aplicada antes e após os exercícios sobre o músculo esquelético para acelerar a recuperação muscular, proteger contra danos nos músculos induzidos pelo exercício físico e melhoria de desempenho⁽²¹⁾.

A penetração eficaz da luz no tecido e o comprimento de onda específico da luz absorvida pelos foto aceptores são dois dos principais parâmetros a serem considerados na terapia com luz. No tecido, existe uma "janela óptica" que corre aproximadamente de 650 nm a 1200 nm, onde a penetração efetiva da luz no tecido é maximizada. Portanto, o uso da TFBM em animais e pacientes envolve quase exclusivamente luz vermelha e infravermelha próxima (600-1100 nm) a fluência (J / cm^2) é frequentemente referida como "dose", embora muitos pesquisadores e profissionais de TFBM também se refiram à energia (Joules) como dose.⁽²²⁾ Um estudo realizado com 48 idosos agrupadas em três grupos, sendo grupo controle (GC), treinamento de força associado ao grupo do laser placebo (GT) e treinamento de força associado ao grupo laser ativo (GLA) demonstraram que o laser de baixa potência associado com treinamento de força, foi capaz de melhorar o desempenho muscular, mas não observaram diferença na distância percorrida no teste de caminhada⁽²¹⁾, o laser quando aplicado após o exercício promove redução da fadiga e aumento da carga nos teste de esforço máximo, e quando aplicada antes do exercício diminui os níveis de creatina quinase (CK) no sangue, que quando em grande concentração no sangue promove dano muscular.

1.4 Terapia de fotobiomodulação e exercício físico.

Estudos relacionados a Terapia por Fotobiomodulação (TFBM) vêm apresentando as mais diversas respostas, sendo utilizada para acelerar cicatrização de feridas, aumentar a capacidade de resolução de processos inflamatórios e aliviar dores⁽²³⁾. Ou ainda como modulador de marcadores

inflamatórios, aumentando a proliferação e deposição de colágeno, nas fases mais adiantadas, melhorando a neovascularização, proliferação e diferenciação celular.⁽²⁴⁾

Recentes pesquisas têm demonstrando sua contribuição na melhora da fadiga muscular⁽²⁵⁾ e melhora no desempenho muscular⁽²⁶⁻²⁸⁾. Um estudo clínico de Baroni et al.⁽²⁸⁾ consideram a importância da ação da TFBM no desempenho físico, na capacidade aeróbica, na resistência à fadiga e na redução do estresse oxidativo, outro estudo que utilizou a TFBM antes do exercício mostra que a terapia diminuiu significativamente os níveis de marcadores bioquímicos: lactato sanguíneo, Creatina quinase e C – Reativo quando comparados ao placebo.⁽¹¹⁾

Objetivo Geral

Avaliar os efeitos da incorporação da terapia por fotobiomodulação em protocolo de treinamento resistido em relação a fadiga muscular e dano muscular em idosas fisicamente ativas.

Objetivos específicos

- I. Avaliar se houve diminuição de citocinas inflamatórias no sangue.

- II. Avaliar a capacidade funcional das idosas antes e após a terapia por fotobiomodulação.

2. Materiais e métodos

2.1 Desenho do estudo

Trata-se de um ensaio clínico randomizado, duplo cego, controlado por placebo. O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Nove de Julho (protocolo 01385918.4.0000.5511). Todas as voluntárias foram esclarecidas dos procedimentos do estudo e assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

2.2 Amostra

Foram recrutadas 28 idosas na ACM – Associação Cristã de Moços, sendo 8 excluídas da amostra por estarem dentro dos critérios de exclusão. Todas foram esclarecidas de todos os procedimentos experimentais e assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Para o cálculo do tamanho amostral foi utilizado o teste t para duas amostras dependentes e considerado a média das diferenças e o desvio padrão, utilizando para tanto o desfecho 1 Repetição máxima (1RM) de acordo com Toma et al ⁽¹⁵⁾, pré-intervenção e pós-intervenção com laser de baixa intensidade. O poder do teste foi > 80% e o nível alfa inferior a 5% ($\alpha < 0.05$).

Como critérios de inclusão, as idosas deveriam apresentar idade a partir de 60 anos, serem fisicamente ativas, praticantes de hidroginástica, com liberação médica, anamnese preenchida.

Como critérios de exclusão, as idosas que apresentaram lesão musculoesquelético no quadríceps femoral e/ou músculos tibiais, doenças reumáticas, doenças ortopédicas, fibromialgia ou dor que possa interferir a prática do exercício físico proposto, pele negra, histórico de câncer, e/ou uso de medicação fotossensível.

2.3 Dados clínicos

Os pacientes responderam a um questionário de qualidade de vida IPAQ com objetivo de obter informações referentes à idade, sexo e fatores de risco cardiovascular (medicamentos, presença de doenças como diabetes, hipertensão, dislipidemia e tabagismo). A massa corporal (MC) foi determinada em balança digital da marca Toledo Prix 2098pp. A estatura (ES) foi mensurada em estadiômetro da marca Sanny, fixado a parede e calibrado em escala de 2mm, sendo a medida realizada com o cursor em ângulo de 90° em relação à escala, com a voluntária na posição ortostática e pés unidos, procurando posicionar em contato com o instrumento de medida as superfícies posteriores dos calcâneos, região occipital e cinturas pélvica e escapular ⁽²⁹⁾. Obtidas a MC e a ES, o índice de massa corporal (IMC) foram calculados: $MC \div ES^2$.

2.4 Randomização

A randomização foi feita através de sorteio de envelopes opacos, selados separados com a letra A, B e C. Para garantir a confiabilidade o voluntário e o avaliador foi cegado quanto ao placebo e TFBM ativa. Cada letra corresponde a um grupo: Grupo controle, grupo exercício físico e fotobiomodulação ativo, grupo exercício e fotobiomodulação placebo. O pesquisador foi responsável em programar o aparelho de fotobiomodulação foi cegado, o pesquisador que aplicou a intervenção nos voluntários não teve informações quanto ao tratamento aplicado nas voluntárias.

As voluntárias foram alocadas em três grupos:

Grupo 1: Realizaram o protocolo de treinamento de 8 semanas e recebeu a fotobiomodulação ativa, Grupo 2: Realizaram o protocolo de treinamento de 8 semanas e recebeu a fotobiomodulação placebo. Grupo C: Grupo controle não participou do protocolo de treinamento.

2.7 Capacidade funcional

A capacidade funcional avaliada utilizando o teste de caminhada de seis minutos (TC6M). O teste foi conduzido com os avaliados em repouso ao menos 24 horas antes de cada avaliação. A frequência cardíaca foi mensurada antes, durante e ao final do sexto minuto de teste. O avaliado percorreu a maior distância possível ao longo dos seis minutos e a capacidade funcional foi determinada pela distância total percorrida confrontada pela distância prevista para a idade⁽³⁰⁾, homens: distância TC6 (m) = (7,57 x altura cm) – (5,02 x idade) – (1,76 x peso Kg) – 309m e Mulheres: distância TC6 (m) = (2,11 x altura cm) – (2,29 x peso Kg) – (5,78 x idade) + 667.

2.8 Teste de 1 repetição máxima

O teste de 1 repetição máxima (1RM) é importante para obter medidas de referência para indivíduos que pretendem realizar treinamento resistido. O objetivo do teste de 1RM é determinar de maneira simples e segura a carga máxima através de 1 única repetição. Antes de iniciar o teste foi realizado um aquecimento de 5 minutos na bicicleta ergométrica horizontal de marca Life Fitness com carga 1 e RPM (rotações por minuto) entre 60 e 70. Todas as voluntárias foram familiarizadas com três sessões de flexão e extensão de joelho realizada na cadeira extensora marca Righetto, com intervalo de 48h entre a sessão⁽³¹⁾. As voluntárias foram incentivadas verbalmente a realizar o exercício com o máximo de carga que ela conseguisse realizar apenas um movimento completo de extensão dos joelhos.

2.9 Protocolo de treinamento resistido

Todas as voluntárias iniciaram com um aquecimento no ciclo ergômetro por 5 minutos. O treinamento resistido foi realizado na cadeira extensora com a carga de 80% de 1RM, 2 vezes por semana em dias alternados, durante 8 semanas, sendo 3 séries de 12 repetições com intervalo 40 segundos.^(32, 33)

2.10 Fotobiomodulação

Um cluster de 12 diodos, com quatro diodos a laser de 905nm (potência de pico de 12,5 W para cada diodo), quatro LEDs de 875 nm (potência média de

17,5 mW para cada diodo), quatro LEDs de 640 nm (potência média de 15 mW para cada diodo) e 35 de campo magnético estático, fabricado pela Multi Radiance Medical foi usado para aplicar a Fotobiomodulação.

A dose de TFBM utilizada usada para aplicações durante os períodos de treinamento foi de 30 Joules (J) por local 180 (J) por coxa. A dose foi previamente estabelecida e testada em estudo publicado por Junior et al ⁽³⁴⁾, no qual foi utilizado o mesmo dispositivo proposto no presente estudo. Nos grupos de tratamentos com placebo, os diodos a laser de 905 nm, os LEDs de 875 nm e o campo magnético foram desativados (desligados) e a potência dos LEDs de 640 nm foi reduzida para 1 mW (potência média para cada diodo) para manter o aspecto visual da luz vermelha, mas não fornecer uma dose terapêutica ou considerável eficaz de acordo com as evidências atuais disponíveis.

A terapia por fotobiomodulação foi aplicada imediatamente após a sessão de treinamento resistido no quadríceps femoral. Teve duração de 4 minutos o tempo total de irradiação em cada perna, 41,7 (J) de energia total irradiada foi aplicado como placebo idêntico ao outro grupo. O avaliador responsável foi cego em relação a informação de LED placebo ou ativo.



Figura 1. Aparelho utilizado para aplicação da fotobiomodulação.



Figura 2. Pontos de aplicação da Terapia de Fotobiomodulação, ou placebo (círculos pretos).

2.11 Avaliação do nível de atividade física

O nível de atividade física dessa população foi determinado por meio do Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) versão curta. O IPAQ versão curta consiste em estimar o tempo semanal gasto em atividades físicas de intensidade moderada e vigorosa, em diferentes contextos do cotidiano ⁽³⁵⁾.

2.12 Análise bioquímica das amostras

Um enfermeiro, realizou todas coletas. As amostras de sangue foram coletadas, com antissepsia prévia da fossa ante cubital das voluntárias, no início do estudo e uma segunda coleta foi realizada 8 semanas após. As coletas foram realizadas através do uso das seringas 20 ml (Injex® Ourinhos, SP, Brasil) e BD Vacutainer® (Franklin Lates, Estados Unidos da América) tipo Scalp 21 G descartáveis. Após a coleta, 4 ml de sangue foi imediatamente dispensados para os tubos de 4 ml eppendorf® (Mississauga, Ontario, Canada) com ácido etileno diamino tetra acético (EDTA) para obtenção do plasma. O conteúdo restante foi dispensado em tubos de vidro sem

anticoagulante para extração de soro. Ambos os tubos, com e sem anticoagulante, foram centrifugados a 3.000 rpm por 15 minutos a 4°C, para separação em soro e plasma. O sobrenadante foi recolhido e armazenado a -80°C.

2.13 Análise de Creatina quinase e lactato desidrogenase

A análise de (CK) e (LDH) foi mensurada pelo método colorimétrico (UV), utilizando um kit comercial CK NAC - (Biotécnica® - Belo Horizonte, MG, Brasil); LDH - (Biotécnica® Belo Horizonte, MG, Brasil). A (CK) catalisa a de fosforilação do fosfato de creatina para produzir trifosfato de adenosina, que reage com a glicose na presença de hexoquinase formando glicose-6-fosfato. A glicose-6-fosfato pela glucose-6-fosfato desidrogenase é oxidada em fosfogluconato e reduz o NADP + em NADPH. A taxa de aumento da absorvência a 340 nm é proporcional à atividade da (CK) na amostra. A (LDH) catalisa a redução de piruvato com NADH, resultando em lactato e NAD +. A concentração catalítica é determinada a partir da taxa de decomposição do NADH, medida pela diminuição do absortivo a 340 nm (36). A concentração catalítica é determinada a partir da taxa de decomposição do NADH, medida pela diminuição do absortivo a 340 nm (36).

3. Análise estatística

Para a análise estatística, foi utilizado o programa SPSS, versão 17.0 (Chicago, IL), para as análises estatísticas, com nível de significância de 5% estabelecido para todas as comparações. A análise de intenção de tratar foi adotada. Histogramas foram criados para testar a normalidade dos dados e todos os resultados tiveram distribuições normais. Os dados foram expressos em média e desvio padrão (DP). As diferenças médias ajustadas entre grupos (MD) e os intervalos de confiança de 95% (IC) foram calculados usando modelos lineares mistos, usando termos de interação de grupo, tempo e grupo por tempo.

4. Resultados

Os resultados da presente dissertação serão apresentados no formato de artigo. O estudo, intitulado: Efeitos adicionais da Terapia por Fotobiomodulação na fadiga muscular e no dano muscular em idosas fisicamente ativas em um protocolo de treinamento resistido.

4.1 Introdução

A terapia por fotobiomodulação (TFBM) também conhecida como terapia laser de baixa intensidade e terapia por diodos emissores de luz, tem sido aplicada antes e após os exercícios sobre o músculo esquelético para acelerar a recuperação muscular, proteger contra danos nos músculos induzidos pelo exercício físico e melhoria de desempenho, outro estudo também mostrou resultados positivos na melhora da dor muscular e desempenho muscular quando utilizado a TFBM pós exercício em jovens atletas ⁽⁹⁾

A sarcopenia contribui para outras alterações idade-associadas, como, por exemplo, menor densidade óssea, menor sensibilidade à insulina e menor capacidade aeróbica. Longevos e velhos fragilizados têm menor musculatura esquelética, em consequências do desuso, de doenças, da subnutrição e dos efeitos acumulativos da idade. Sendo assim necessário traçar estratégias para a prevenção da massa muscular com o envelhecimento. Em indivíduos sedentários, a massa magra é a principal consumidora de energia e sua diminuição, com o envelhecimento faz com que sejam menores as necessidades energéticas. Uma diminuída massa magra idade-dependente resulta, sobretudo, da sarcopenia, o que traz consigo menor taxa de metabolismo basal, menor força muscular e menores níveis de atividades físicas diárias.⁽³⁷⁾

Tendo em vista que os estudos mostram que a TFBM pode auxiliar na melhora da fadiga muscular e dor muscular tardia causada pelo treinamento resistido, este estudo pretende avaliar os benefícios da terapia de TFBM em

relação a diminuição da fadiga muscular dor muscular tardia em idosos praticantes de exercício resistido.

Espera-se que a terapia por fotobiomodulação possa auxiliar na melhora da fadiga e dor muscular pós exercício resistido.

Portanto, o objetivo do presente estudo foi avaliar os efeitos da incorporação da terapia por fotobiomodulação em protocolo de treinamento resistido em relação a fadiga muscular e dano muscular em idosas fisicamente ativas.

4.2 Métodos

4.2.1. Aspectos éticos

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Nove de Julho. Todas as voluntárias foram esclarecidas dos procedimentos do estudo e assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

4.2.2. Procedimentos

Randomização e cegamento

O estudo trata-se de um ensaio clínico randomizado, duplo cego, controlado por placebo. A randomização foi feita através de sorteio de envelopes opacos, selados separados com a letra A, B e C. Para garantir a confiabilidade o voluntário e o avaliador foi cegado quanto ao placebo e TFBM ativa. Cada letra corresponde a um grupo: Grupo controle, grupo exercício físico e fotobiomodulação ativa, grupo exercício e fotobiomodulação placebo. O pesquisador responsável em programar o aparelho de fotobiomodulação foi cegado, o pesquisador que aplicou a intervenção nos voluntários não teve informações quanto ao tratamento aplicado nas voluntárias.

4.2.3. Participantes

Todas as voluntárias foram do sexo feminino, idosas acima de 60 anos Para a interpretação do nível de atividade física das idosas pelo IPAQ adotou o

critério baseado em recomendações de limiares de atividades físicas que resultam em benefícios para a saúde, classificando como “ativos” os indivíduos que praticam, pelo menos, 150min por semana (min/ sem) de atividade física, no mínimo moderada⁽³⁸⁾. Com base neste critério, a amostra deste estudo foi dividida em dois níveis: ativo e muito ativo (≥ 150 min/sem).

Foram recrutadas 28 idosas na ACM – Associação Cristã de Moços, sendo 8 excluídas da amostra por estarem dentro dos critérios de exclusão. Como critérios de inclusão, as idosas deveriam apresentar idade a partir de 60 anos, serem fisicamente ativas, praticantes de hidroginástica, com liberação médica, anamnese preenchida. Como critérios de exclusão, as idosas que apresentaram lesão musculoesquelético no quadríceps femoral e/ou músculos tibiais, doenças reumáticas, doenças ortopédicas, fibromialgia ou dor que possa interferir a prática do exercício físico proposto, pele negra, histórico de câncer, e/ou uso de medicação fotossensível.

4.2.4. Grupo 1

Aquecimento no ciclo ergômetro por 5 minutos. O treinamento resistido foi realizado utilizando cadeira extensora com a carga de 80% de 1RM, 2 vezes por semana em dias alternados, durante 8 semanas, 3 séries de 12 repetições, com intervalo 40 segundos recebeu a terapia fotobiomodulação ativa.

Um cluster de 12 diodos, com quatro diodos a laser de 905nm (potência de pico de 12,5 W para cada diodo), quatro LEDs de 875 nm (potência média de 17,5 mW para cada diodo), quatro LEDs de 640 nm (potência média de 15 mW para cada diodo) e 35 de campo magnético ,fabricado pela Multi Radiance Medical foi usado para aplicar a Fotobiomodulação.

A dose de TFBM utilizada para as aplicações durante os períodos de treinamento foram de 30 Joules (J) por local, 180 (J) por coxa. A dose foi previamente estabelecida e testada em estudo publicado por Junior et al ⁽³⁴⁾ no qual foi utilizado o mesmo dispositivo proposto no presente estudo. Nos grupos de tratamentos com placebo, os diodos a laser de 905 nm, os LEDs de 875 nm e o campo magnético foram desativados e a potência dos LEDs de 640 nm foi reduzida para 1 mW (potência média para cada diodo) para manter o aspecto visual da luz vermelha, mas não fornecer uma dose terapêutica ou considerável

eficaz de acordo com as evidências atuais disponíveis na literatura. A terapia por fotobiomodulação foi aplicada imediatamente após a sessão de treinamento resistido no quadríceps femoral. Teve duração de 4 minutos o tempo total de irradiação em cada perna, 41,7 (J) de energia total irradiada foi aplicado como placebo idêntico ao outro grupo. O avaliador responsável foi cego com relação a informação de LED placebo ou ativo.

4.2.5. Grupo 2

Aquecimento no ciclo ergômetro por 5 minutos. Treinamento resistido foi realizado utilizando cadeira extensora com a carga de 80% de 1RM, 2 vezes por semana em dias alternados, durante 8 semanas, 3 séries de 12 repetições, com intervalo 40 segundos recebeu a terapia fotobiomodulação placebo.

4.2.6. Grupo C

Grupo controle, não participaram do protocolo de treinamento, nem mesmo da aplicação da terapia por fotobiomodulação.

4.2.7. Medidas de avaliação

Avaliação da capacidade funcional foi feita através do teste de caminhada de 6 minutos, o teste foi conduzido com os avaliados em repouso ao menos 24 horas antes de cada avaliação. A frequência cardíaca foi mensurada antes, durante e ao final do sexto minuto de teste. O avaliado percorreu a maior distância possível ao longo dos seis minutos e a capacidade funcional foi determinada pela distância total percorrida confrontada pela distância prevista para a idade.

Antes de iniciar o teste foi feito um aquecimento de 5 minutos na bicicleta ergométrica horizontal de marca Life Fitness com carga 1 e RPM (rotações por minuto) entre 60 e 70 .Todas as voluntárias foram familiarizadas com três sessões de flexão e extensão de joelho realizada na cadeira extensora marca Righetto Fitness, com intervalo de 48h em cada sessão ⁽³¹⁾.

As voluntárias foram incentivadas verbalmente a realizar o exercício com o máximo de carga que ela conseguisse realizar em apenas um movimento completo de extensão de joelhos. A análise de (CK) e (LDH) foi mensurada pelo método colorimétrico (UV), utilizando um kit comercial CK NAC - (Biotécnica® - Belo Horizonte, MG, Brasil); LDH - (Biotécnica ® Belo Horizonte, MG, Brasil). A (CK) catalisa a de fosforilação do fosfato de creatina para produzir trifosfato de adenosina, que reage com a glicose na presença de hexoquinase formando glicose-6-fosfato. A glicose-6-fosfato pela glicose-6-fosfato desidrogenase é oxidada em fosfogluconato e reduz o NADP + em NADPH. A taxa de aumento da absorvência a 340 nm é proporcional à atividade da (CK) na amostra. A (LDH) catalisa a redução de piruvato com NADH, resultando em lactato e NAD +.A concentração catalítica é determinada a partir da taxa de decomposição do NADH, medida pela diminuição do absortivo a 340 nm ⁽³⁶⁾.A concentração catalítica é determinada a partir da taxa de decomposição do NADH, medida pela diminuição do absortivo a 340 nm ⁽³⁶⁾

4.2.8. Estatística

Foi utilizado o programa SPSS, versão 17.0 (Chicago, IL), com nível de significância de 5% estabelecido para todas as comparações. A análise de intenção de tratar foi adotada. Histogramas foram criados para testar a normalidade dos dados e todos os resultados tiveram distribuições normais. Os dados foram expressos em média e desvio padrão (DP). As diferenças médias ajustadas entre grupos (MD) e os intervalos de confiança de 95% (IC) foram calculados usando modelos lineares mistos, usando termos de interação de grupo, tempo e grupo por tempo.

4.3. Resultados

Um total de 20 participantes foram recrutados para o presente estudo, 8 dos quais foram excluídos por diferentes razões (figura 3).

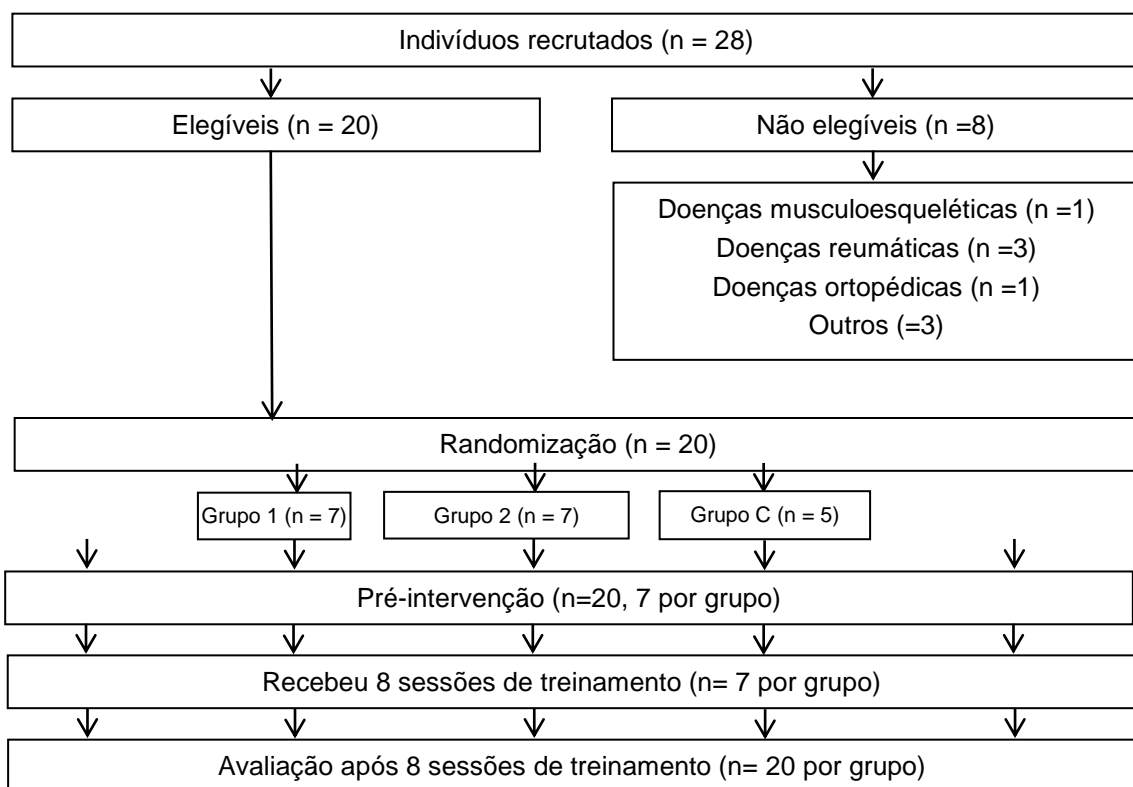


Figura 3. Fluxograma do estudo.

Na tabela 1 demonstra as características antropométricas dos participantes incluídos no presente estudo. A tabela 2, os valores das medidas de desfecho analisadas.

Tabela 1. Características antropométricas dos participantes incluídos no estudo (n = 20).

Variáveis clínicas	Valores
Peso (kg)	67,7 ± 9,3
Altura (m ²)	1,54 ± 0,8
Índice de massa corporal (kg/m ²)	28,43 ± 3,14
Idade (anos)	76,8 ± 5,4
Hipertensão (%)	42,1%
Diabetes (%)	26,3%
Hipotireoidismo (%)	10,5%
Depressão (%)	10,5%
Dislipidemia (%)	15,8%

Os valores são apresentados como média ± desvio padrão e frequência.

Tabela 2 – Descrição dos valores das médias dos resultados.

Variável	Grupo 1		Grupo 2		Grupo C	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
TC6	426 ± 75	451 ± 83,8	438 ± 61	453 ± 56,0	391 ± 111	399 ± 129
CK	95 ± 48	148 ± 136	156 ± 190	112 ± 162	32 ± 39	38 ± 40
LDH	904 ± 811	709 ± 321	731 ± 333	904 ± 393	809 ± 251	902 ± 327

Dados apresentados em média (desvio padrão). TC6 = teste de caminhada de 6 minutos, CK = creatina quinase-, LDH = lactato desidrogenase.

Analisando as diferenças intra e entre os grupos ao longo do tempo, não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes (Tabela 3).

Tabela 3 – Comparação ao longo do tempo entre os grupos.

Variável	Grupo 1 – Grupo 2	Grupo 1 – Grupo C	Grupo 2 – Grupo C
TC6	10,23 (-18,29; 28,75)	15,06 (-16,64; 46,77)	4,83 (-27,27; 36,94)
CK	59,22 (-57,54; 175,99)	-24,49 (-148,74; 99,75)	83,71 (-23,14; 190,57)
LDH	-181,87(-635,63; 265,88)	-3,62 (-453,97; 446,72)	-181,25(-596,01; 233,50)

Dados apresentados em diferença entre as médias ajustada (intervalo de confiança a 95%).

4.4 Discussão

O presente estudo teve como objetivo avaliar os efeitos da incorporação da terapia por fotobiomodulação em protocolo de treinamento resistido em relação a fadiga muscular e dano muscular em idosas fisicamente ativas.

Foi levantada a hipótese que o grupo que estivesse recebendo a TFBM, pós exercício, teria diminuição de fadiga muscular, sendo que no presente estudo não houve diferença significativa entre os grupos, nenhuma diferença foi observada na distância no teste de caminhada de 6 minutos ou em níveis de fadiga, no estudo de Toma et al. ⁽¹⁵⁾, observou que o protocolo de treinamento de força aumentou a 1-RM e diminuiu o aumento da concentração de lactato nos indivíduos.

Os parâmetros do Laser utilizados no presente estudo foram baseados na metodologia, utilizando-se energia total de 30 (J) por local e 180 (J) por coxa, tanto para o laser vermelho quanto para o infravermelho. Os parâmetros do LED foram calculados de acordo com as especificações do próprio fabricante, considerando-se o diâmetro do poço como área irradiada, com aplicação pontual (Figura2).

Locks et al⁽³⁹⁾, apontaram aumento do TC6 em voluntários idosos saudáveis após um protocolo de treinamento de força. É provável que a falta de diferença na distância percorrida após as abordagens terapêuticas pode estar relacionado ao tipo de treinamento realizado neste estudo, que visava principalmente aumentar a força do quadríceps, portanto, esse tipo de treinamento provavelmente não foi suficiente para modificar ou anular a via anaeróbica, o que poderia explicar a falta de resultados no teste de caminhada de 6 minutos. Além

disso, pode-se sugerir que uma vez que o estímulo ao exercício não foi eficaz na promoção das mudanças neste teste, a interação com o laser também não foi suficiente para induzir um aumento na distância percorrida.

Um estudo que avaliou ⁽⁴⁰⁾, o efeito da aplicação por fotobiomodulação após 8 sessões de treinamento resistido para o quadríceps femoral nas medidas de fadiga em mulheres sedentárias mais velhas, os resultados mostraram que o treinamento resistido aumentou a progressão da carga após oito semanas e não mostrou efeito da fotobiomodulação na redução da fadiga muscular ou de biomarcadores inflamatórios.

O presente estudo contempla pontos importantes como, o tempo de intervenção foi reduzido, avaliamos somente dois fatores enzimáticos para fadiga muscular CK e LDH, amostras de sangue foram coletadas somente pré intervenção e pós intervenção, permitindo não explorar durante as intervenções, em relação a aplicação de terapia de fotobiomodulação, foi feito somente após a intervenção.

Outra possibilidade para estudos futuros, é acrescentar biópsia muscular, que daria mais informações sobre os efeitos da fotobiomodulação no tecido muscular, estudos futuros poderiam comparar biomarcadores em três grupos: não fotobiomodulação, fotobiomodulação aplicada antes da sessão de treinamento e fotobiomodulação aplicada após a sessão de treinamento, para avaliar o efeito do momento da fotobiomodulação

4.5 Conclusão

Em relação as variáveis estudadas não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos após a intervenção da terapia de fotobiomodulação.

5. Considerações finais

O presente estudo contempla pontos importantes como, o tempo de intervenção foi reduzido, avaliamos somente dois fatores enzimáticos para fadiga muscular CK e LDH, amostras de sangue foram coletadas somente pré intervenção e pós intervenção, permitindo não explorar durante as intervenções, em relação a aplicação de terapia de fotobiomodulação, foi feito somente após a intervenção. Outra possibilidade para estudos futuros, é acrescentar biópsia muscular, que daria mais informações sobre os efeitos da fotobiomodulação no tecido muscular, estudos futuros poderiam comparar biomarcadores em três grupos: não fotobiomodulação, fotobiomodulação aplicada antes da sessão de treinamento e fotobiomodulação aplicada após a sessão de treinamento, para avaliar o efeito do momento da fotobiomodulação.

6. Referências

1. Parahyba MI, Simões CCdS. A prevalência de incapacidade funcional em idosos no Brasil. *Ciência & Saúde Coletiva*. 2006;11(4):967-74.
2. Freitas EVd, Py L, Neri AL, Cançado FAX, Doll J, Gorzoni ML. Tratado de geriatria e gerontologia. *Tratado de geriatria e gerontologia* 2006. p. iii, 1573-iii, .
3. Silva T, Frisoli Junior A, Pinheiro M, Szejnfeld V. Sarcopenia and aging: etiological aspects and therapeutic options. *Rev Bras Reumatol*. 2006;46(6):391-7.
4. Fried LP, Tangen CM, Walston J, Newman AB, Hirsch C, Gottdiener J, et al. Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*. 2001;56(3):M146-M57.
5. Walston J, Hadley EC, Ferrucci L, Guralnik JM, Newman AB, Studenski SA, et al. Research agenda for frailty in older adults: toward a better understanding of physiology and etiology: summary from the American Geriatrics Society/National Institute on Aging Research Conference on Frailty in Older Adults. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2006;54(6):991-1001.
6. Pícoli TdS, Figueiredo LLd, Patrizzi LJ. Sarcopenia e envelhecimento. *Fisioterapia em Movimento*. 2011;24(3):455-62.
7. Leal-Junior ECP, Lopes-Martins RÁB, Bjordal JM. Clinical and scientific recommendations for the use of photobiomodulation therapy in exercise performance enhancement and post-exercise recovery: current evidence and future directions. *Brazilian Journal of Physical Therapy*. 2019;23(1):71-5.
8. Vanin AA, Miranda EF, Machado CSM, de Paiva PRV, Albuquerque-Pontes GM, Casalechi HL, et al. What is the best moment to apply phototherapy when associated to a strength training program? A randomized, double-blinded, placebo-controlled trial. *Lasers in Medical Science*. 2016;31(8):1555-64.
9. Maciel DG, da Silva MT, Rodrigues JA, Neto JBV, de França IM, Melo ABM, et al. Low-level laser therapy combined to functional exercise on treatment of fibromyalgia: a double-blind randomized clinical trial. *Lasers in medical science*. 2018;33(9):1949-59.
10. Maffiuletti NA, Jubeau M, Munzinger U, Bizzini M, Agosti F, De Col A, et al. Differences in quadriceps muscle strength and fatigue between lean and obese subjects. *European journal of applied physiology*. 2007;101(1):51-9.
11. Leal Junior ECP, Lopes-Martins RÁB, Rossi RP, De Marchi T, Baroni BM, De Godoi V, et al. Effect of cluster multi-diode light emitting diode therapy (LEDT) on exercise-induced skeletal muscle fatigue and skeletal muscle recovery in humans. *Lasers in Surgery and Medicine: The Official Journal of the American Society for Laser Medicine and Surgery*. 2009;41(8):572-7.
12. Chodzko-Zajko WJ, Proctor DN, Singh MAF, Minson CT, Nigg CR, Salem GJ, et al. Exercise and physical activity for older adults. *Medicine & science in sports & exercise*. 2009;41(7):1510-30.
13. Matsudo SM, Matsudo VKR, Barros Neto TL. Atividade física e envelhecimento: aspectos epidemiológicos. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 2001;7(1):2-13.
14. Allendorf DB, Schopf PP, Gonçalves BC, Closs VE, Gottlieb MG. Idosos praticantes de treinamento resistido apresentam melhor mobilidade do que

idosos fisicamente ativos não praticantes. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*. 2015;24(1):134-44.

15. Toma RL, Vassão PG, Assis L, Antunes HKM, Renno ACM. Low level laser therapy associated with a strength training program on muscle performance in elderly women: a randomized double blind control study. *Lasers in medical science*. 2016;31(6):1219-29.

16. Vanin AA, Miranda EF, Machado CSM, de Paiva PRV, Albuquerque-Pontes GM, Casalechi HL, et al. What is the best moment to apply phototherapy when associated to a strength training program? A randomized, double-blinded, placebo-controlled trial. *Lasers in medical science*. 2016;31(8):1555-64.

17. American College of Sports Medicine Position Stand. Exercise and physical activity for older adults. *Medicine and science in sports and exercise*. 1998;30(6):992-1008.

18. Redonda M. Atividade física na promoção da saúde e qualidade de vida no envelhecimento. *Rev bras Educ Fís Esp, São Paulo*. 2006;20:135-37.

19. Raso V, Matsudo SMM, Matsudo VKR. A força muscular de mulheres idosas decresce principalmente após oito semanas de interrupção de um programa de exercícios com pesos livres. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 2001;7:177-86.

20. Lins RDAU, Dantas EM, Lucena KCR, Catão MHCV, Granville-Garcia AF, Carvalho Neto LG. Efeitos bioestimulantes do laser de baixa potência no processo de reparo. *Anais Brasileiros de Dermatologia*. 2010;85(6):849-55.

21. Ferraresi C, Bertucci D, Schiavinato J, Reiff R, Araújo A, Panepucci R, et al. Effects of light-emitting diode therapy on muscle hypertrophy, gene expression, performance, damage, and delayed-onset muscle soreness: case-control study with a pair of identical twins. *American journal of physical medicine & rehabilitation/Association of Academic Physiatrists*. 2016;95(10):746.

22. Huang YY, Sharma SK, Carroll J, Hamblin MR. Biphasic dose response in low level light therapy - an update. *Dose-response : a publication of International Hormesis Society*. 2011;9(4):602-18.

23. Huang Y-Y, Chen AC-H, Carroll JD, Hamblin MR. Biphasic dose response in low level light therapy. *Dose-response*. 2009;7(4):dose-response. 09-027. Hamblin.

24. Sancakli E, Gökçen-Röhlüg B, Balık A, Öngül D, Kıpırdı S, Keskin H. Early results of low-level laser application for masticatory muscle pain: a double-blind randomized clinical study. *BMC Oral Health*. 2015;15(1):131.

25. Junior ECL, de Godoi V, Mancalossi JL, Rossi RP, De Marchi T, Parente M, et al. Comparison between cold water immersion therapy (CWIT) and light emitting diode therapy (LEDT) in short-term skeletal muscle recovery after high-intensity exercise in athletes—preliminary results. *Lasers in medical science*. 2011;26(4):493-501.

26. Baroni BM, Junior ECPL, De Marchi T, Lopes AL, Salvador M, Vaz MA. Low level laser therapy before eccentric exercise reduces muscle damage markers in humans. *European journal of applied physiology*. 2010;110(4):789-96.

27. Junior L, Pinto EC, Nassar FR, Tomazoni SdS, Bjordal JM, Lopes-Martins RÁB. A laserterapia de baixa potência melhora o desempenho muscular mensurado por dinamometria isocinética em humanos. *Fisioterapia e Pesquisa*. 2010;17(4):317-21.

28. Ferraresi C, de Brito Oliveira T, de Oliveira Zafalon L, de Menezes Reiff RB, Baldissera V, de Andrade Perez SE, et al. Effects of low level laser therapy (808 nm) on physical strength training in humans. *Lasers in medical science*. 2011;26(3):349-58.
29. Bocalini DS, Serra AJ, dos Santos L, Murad N, Levy RF. Strength training preserves the bone mineral density of postmenopausal women without hormone replacement therapy. *Journal of Aging and Health*. 2009;21(3):519-27.
30. MOREIRA MAC, MORAES MRD, TANNUS R. Teste da caminhada de seis minutos em pacientes com DPOC durante programa de reabilitação. *Jornal de Pneumologia*. 2001;27:295-300.
31. Materko W, Neves CEB, Santos EL. Modelo de predição de uma repetição máxima (1RM) baseado nas características antropométricas de homens e mulheres. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 2007;13(1):27-32.
32. Toma RL, Vassao PG, Assis L, Antunes HK, Renno AC. Low level laser therapy associated with a strength training program on muscle performance in elderly women: a randomized double blind control study. *Lasers Med Sci*. 2016;31(6):1219-29.
33. Mayer F, Scharhag-Rosenberger F, Carlsohn A, Cassel M, Muller S, Scharhag J. The intensity and effects of strength training in the elderly. *Deutsches Arzteblatt international*. 2011;108(21):359-64.
34. de Paiva PRV, Casalechi HL, Tomazoni SS, Machado CdSM, Vanin AA, Baroni BM, et al. Effects of photobiomodulation therapy combined to static magnetic field in strength training and detraining in humans: protocol for a randomised placebo-controlled trial. *BMJ open*. 2019;9(10).
35. Benedetti TRB, Antunes PdC, Rodriguez-Añez CR, Mazo GZ, Petroski ÉL. Reprodutibilidade e validade do Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) em homens idosos. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 2007;13(1):11-6.
36. Wheeler CR, Salzman JA, Elsayed NM, Omaye ST, Korte DW, Jr. Automated assays for superoxide dismutase, catalase, glutathione peroxidase, and glutathione reductase activity. *Analytical biochemistry*. 1990;184(2):193-9.
37. Evans W. Functional and metabolic consequences of sarcopenia. *The Journal of nutrition*. 1997;127(5):998S-1003S.
38. Marshall A, Bauman A. The international physical activity questionnaire: summary report of the reliability & validity studies. The IPAQ Executive Committee. 2001.
39. Locks RR, Costa TC, Koppe S, Yamaguti AM, Garcia MC, Gomes ARS. Effects of strength and flexibility training on functional performance of healthy older people. *Brazilian Journal of Physical Therapy*. 2012;16:184-90.
40. Tucci HT, Figueiredo DS, de Paula Carvalho R, Souza AC, Vassão PG, Renno AC, et al. Quadriceps femoris performance after resistance training with and without photobiomodulation in elderly women: a randomized clinical trial. *Lasers in medical science*. 2019;34(8):1583-94.

7. Anexos

Anexo 1. Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ)- Versão Curta.



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: _____

Anexo 2. Termo de Consentimento para Participação em Pesquisa Clínica:

Nome _____ do _____ Voluntário:

Endereço: _____

_____ Telefone _____ para
contato: _____ Cidade: _____ CEP: _____ E-
mail: _____

1. Título do Trabalho Experimental: Efeitos da Terapia de fotobiomodulação associada ao treinamento resistido em mulheres idosas.

2. Objetivo: O presente estudo pretende analisar o efeito da Terapia de Fotobiomodulação quando aplicada pré e pós exercício na melhora de força e da dor muscular tardia em idosas **3. Justificativa:** O envelhecimento populacional vem aumentando nos últimos anos e merece uma apreciável atenção. Este estudo pretende avaliar os benefícios da terapia de fotobiomodulação em relação a dor muscular tardia em idosos praticantes de exercício resistido.

4. Procedimentos da Fase Experimental: Você vai participar de um estudo que objetiva avaliar os efeitos da terapia por fotobiomodulação associada ao treinamento resistido em mulheres. Neste trabalho, você poderá participar de um grupo em que foi utilizada terapia por fotobiomodulação (aplicada antes ou após uma atividade física) ou de outro grupo denominado "Placebo" onde haverá uma simulação da aplicação da luz (antes ou após a atividade física), em que o aparelho estará desligado. A terapia por fotobiomodulação consiste em um aparelho que emite uma luz sobre o músculo, porém não causará dor, aquecimento ou outro incômodo durante a aplicação. Com relação à atividade física, poderá haver dor muscular tardia (dor na musculatura que foi utilizada no exercício físico) decorrente do exercício resistido (exercício contra a resistência). Inicialmente você vai preencher um formulário chamado IPAQ (Questionário Internacional de Atividade Física) para avaliar o seu nível de atividade física, que poderá levar entre 10 a 15 minutos para preencher. Em seguida, um avaliador

irá fazer uma simples avaliação física com duração aproximada de 5 minutos, onde irá anotar seu peso e altura e calcular seu IMC (índice de massa corporal). Foi agendado um dia e horário para realizar o teste de 1RM (1 repetição com o máximo de carga que você conseguir) para saber qual peso você vai usar durante o exercício. Este teste terá duração média de 10 minutos e foi realizado na cadeira extensora sentada e o movimento foi de extensão e flexão dos joelhos (esticar e dobrar os joelhos). Foi agendado outro dia onde você realizará um teste de caminhada com duração de 6 minutos (TC6) para determinarmos sua capacidade funcional.

Depois de responder o questionário, de calcular o IMC (Índice de massa corpórea) e do teste de 1RM (1 repetição com o máximo de carga que você conseguir) você foi alocada em um grupo para realizar o protocolo de exercício que foi proposto 2 vezes por semana, durante 2 meses (8 semanas) e sempre após o exercício foi aplicado a fotobiomodulação (luz de LED) na sua coxa. Foi coletado o sangue de seu braço em 2 momentos sendo a primeira coleta imediatamente após a atividade física e a segunda coleta após 8 semanas da primeira coleta. A coleta de sangue foi realizada por um profissional habilitado (enfermeira) e foi utilizado uma seringa 20ml descartável e material padrão para assepsia. Toda experimentação terá uma duração aproximada de 40 minutos (Atividade física + coleta de sangue).

5. Desconforto ou Riscos Esperados: Pode haver risco de constrangimento durante o preenchimento dos questionários, devido a presença de questões de aspectos sociais, econômicas, comportamentais, nutricionais, de histórico familiar de doenças e do nível de atividade física de cada voluntário. Pode haver também sensação de cansado devido ao exercício físico e/ou dor muscular após o teste de 1RM (1 repetição com o máximo de carga que você conseguir). Os exercícios foram realizados sempre respeitando seus limites físicos que foi de 70% a 80% da carga máxima obtida no teste de 1RM de acordo com estudos realizados anteriormente por outros pesquisadores (RL Toma 2016). No TC6 (Teste de caminhada de 6 minutos) onde você vai caminhar um corredor de 30 metros, existem riscos de quedas durante a caminhada, além do cansaço. Durante a coleta de sangue você pode sentir um pouco de desconforto no momento da picada da agulha, hematomas no local da picada ou até desmaio.

Esse procedimento foi realizado por uma enfermeira capacitada em uma sala apropriada utilizando material padrão.

6. Medidas protetivas aos riscos: Você não foi identificada pelo nome e sim por um número correspondente ao seu TCLE (esse termo que você está lendo). Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos. Deverá ser apresentado atestado médico habilitando-a para participar deste experimento. Para sua segurança, durante o Teste de caminhada de 6 minutos, foram colocadas cadeiras durante o percurso, para que caso seja, necessário você possa parar, sentar, descansar e retornar a caminhada. Caso haja alguma intercorrência no momento da coleta de sangue, a enfermeira poderá prestar o atendimento necessário.

7. Benefícios da Pesquisa: Melhora do condicionamento físico e capacidade aeróbia promovida pela atividade física, melhora da qualidade de vida, melhora das atividades diárias. No entanto, deixa-se claro que somente ao final desta pesquisa foram extraídas conclusões definitivas com relação aos objetivos do estudo.

8. Métodos alternativos existentes: Na literatura existem estudos que avaliam exercício resistido e fotobiomodulação em idosas ativas. Porém faz-se necessárias mais pesquisas com idosas combinando exercício de resistência e fotobiomodulação para estabelecer melhor os benefícios.

9. Retirada do Consentimento: O voluntário em qualquer fase da pesquisa poderá retirar seu consentimento, decidindo não participar da pesquisa a qualquer tempo, sem nenhum prejuízo.

10. Garantia do Sigilo: Garantimos o sigilo quanto a confidencialidade e privacidade às informações coletadas.

11. Formas de Ressarcimento das Despesas decorrentes da Participação na Pesquisa: Não foi disponibilizado nenhum ressarcimento das despesas decorrentes da participação na pesquisa como: transporte e lanche.

12. Local da Pesquisa: Todos os procedimentos da pesquisa foram desenvolvidos na instituição ACM – Associação Cristã de Moços de São Paulo. Localizada na Rua: Nestor Pestana 147, Consolação.

13. Comitê de Ética em Pesquisa (CEP): É um colegiado interdisciplinar e independente, que deve existir nas instituições que realizam pesquisas envolvendo seres humanos no Brasil, criado para defender os interesses dos participantes de pesquisas em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento das pesquisas dentro dos padrões éticos (Normas e Diretrizes Regulamentadoras da Pesquisa envolvendo Seres Humanos – Res. CNS nº 466/12). O Comitê de Ética é responsável pela avaliação e acompanhamento dos protocolos de pesquisa no que corresponde aos aspectos éticos. Endereço do Comitê de Ética da Uninove: Rua. Vergueiro nº 235/249 – 12º andar - Liberdade – São Paulo – SP CEP. 01504-001 Fone: 3385-9010 comitedeetica@uninove.br Horários de atendimento do Comitê de Ética: segunda-feira a sexta-feira – Das 11h30 às 13h00 e Das 15h30 às 19h00

14. Nome Completo e telefones dos Pesquisadores (Orientador e Alunos) para Contato: Professor: Prof. Dr. Paulo de Tarso Camillo de Carvalho - (019) 99929-0262. Aluna: Camila de Amorim Flandes - (011) 98030-3398.

15. Eventuais intercorrências que vierem a surgir no decorrer da pesquisa poderão ser discutidas pelos meios próprios.

16. Consentimento Pós-Informação:

São Paulo, _____ de _____ de 20__.

Eu,

_____, após leitura e compreensão deste termo de informação e consentimento, entendo que minha participação é voluntária, e que posso sair a qualquer momento do estudo, sem prejuízo algum. Confirmando que recebi uma via deste termo de consentimento, e autorizo a realização do trabalho de pesquisa e a divulgação dos dados obtidos somente neste estudo no meio científico.

Assinatura do Participante

17. Eu, _____ (Pesquisador do responsável desta pesquisa), certifico que:

a) Considerando que a ética em pesquisa implica o respeito pela dignidade humana e a proteção devida aos participantes das pesquisas científicas envolvendo seres humanos; b) Este estudo tem mérito científico e a equipe de profissionais devidamente citados neste termo é treinada, capacitada e competente para executar os procedimentos descritos neste termo; Página 6 de 6 c) A resolução CNS nº 466/12 dispõe sobre as normas aplicáveis a pesquisas em Ciências Humanas e Sociais, cujos procedimentos metodológicos envolvam a utilização de dados diretamente obtidos com os participantes.

Assinatura do Pesquisador Responsável

Anexo 3. Anamnese – Avaliação física.

Nome: _____

Idade: _____

Estado Civil: _____

Escolaridade: _____

Profissão: _____

Telefones: _____

Relacione qualquer medicamento que esteja em uso: _____

Data do último exame físico completo: _____

Data do último

ECG _____

Alguma vez você já foi internado em hospital? () Sim ()

Não

Motivo: _____

Com que frequência você pratica atividade física _____

Quais atividades você pratica com

frequência _____

Fumante? _____ Quantos cigarros por dia? _____

Se parou de fumar, quando foi? _____, mês? _____, ano? _____

Está fazendo dieta? _____ Se sim, qual? _____

Número de refeições que faz por dia? _____

Para preenchimento exclusivo do avaliador:

AValiação Física Antropométrica

Data:

Peso	Altura	IMC	Cintura (cm)	Quadril (cm)	Razão C/Q	Risco
------	--------	-----	--------------	--------------	-----------	-------

--	--	--	--	--	--	--

Data:

Peso	Altura	IMC	Cintura (cm)	Quadril (cm)	Razão C/Q	Risco

TESTE DE 1 RM:

Data: _____ **Data:** _____

Data: _____

TESTE DE 6mim Data:

FC repouso: _____ FC de recuperação (4min):

_____ FC de recuperação (1min): _____ FC de recuperação (8min):

TESTE DE 6mim Data:

FC repouso: _____ FC de recuperação (4min):

_____ FC de recuperação (1min): _____ FC de recuperação (8min):

TESTE DE 6mim Data:

FC repouso: _____ FC de recuperação (4min):

_____ FC de recuperação (1min): _____ FC de recuperação (8min):

Observações:
