



Serviço Público Federal

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

INSTITUTO INTEGRADO DA SAÚDE – INISA
PROGRAMA DE MESTRADO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO



MIREUZA DA SILVA DE OLIVEIRA

**EFEITOS TERAPÊUTICOS NA ESTABILOMETRIA,
CAPACIDADE FUNCIONAL E QUALIDADE DE VIDA COM A
ELETROESTIMULAÇÃO NEUROMUSCULAR ASSOCIADA
SIMULTANEAMENTE À FOTOBIMODULAÇÃO NOS
MÚSCULOS QUADRÍCEPS FEMORAIS E GASTROCNÊMIOS DE
IDOSAS**

**CAMPO GRANDE - MS
2025**

MIREUZA DA SILVA DE OLIVEIRA

**EFEITOS TERAPÊUTICOS NA ESTABILOMETRIA,
CAPACIDADE FUNCIONAL E QUALIDADE DE VIDA COM A
ELETROESTIMULAÇÃO NEUROMUSCULAR ASSOCIADA
SIMULTANEAMENTE À FOTOBIMODULAÇÃO NOS
MÚSCULOS QUADRÍCEPS FEMORAIS E GASTROCNÊMIOS DE
IDOSAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências do Movimento da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, do Instituto Integrado de Saúde (INISA) - Linha de pesquisa “Aspectos profiláticos e terapêuticos da atividade física em diferentes condições de saúde”, sob orientação do professor Dr. Adalberto Vieira Corazza.

CAMPO GRANDE - MS
2025

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO

MIREUZA DA SILVA DE OLIVEIRA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências do Movimento da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, do Instituto Integrado de Saúde (INISA) - Linha de pesquisa “Aspectos profiláticos e terapêuticos da atividade física em diferentes condições de saúde”, sob orientação do professor Dr. Adalberto Vieira Corazza.

DATA: 05/09/2025

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Adalberto Vieira Corazza
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS
(Orientador)

Prof. Dr. Silvio Assis de Oliveira Junior
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS
(Titular)

Prof. Dr. Marcelo Augusto Assunção Sanches
Universidade Estadual Paulista - UNESP
(Titular)

DEDICATÓRIA

Dedico essa dissertação primeiramente a Deus, que é o dono de toda ciência, sabedoria e poder que sempre tem me mantido de pé. Ao meu filho Pedro Henrique de Oliveira Lima, que mesmo tão pequeno suportou todo esse processo juntamente comigo e por ser o maior motivador para que eu busque o aperfeiçoamento constante, de fato ele se comportou verdadeiramente como o príncipe do nosso lar e se mostrou forte como um rochedo. Aos meus pais (Miguel e Elza) e irmãs (Elizângela e Rosângela), pelo apoio incondicional; meus tios (Nivaldo e Marta), pela estadia durante o decorrer do curso. Aos meus amigos (especialmente ao Wellington e Simone) pelas orações, conselhos e torcida. Aos meus alunos pela compreensão durante esse processo. Aos meus pastores atuais (Odair José e Valdineia) e, aos meus pais na fé (Laércio e Jocimara Reis), que nunca deixaram de orar por mim e me orientar em momentos cruciais e necessários. Aos meus colegas de curso pelo apoio em atividades acadêmicas, incentivo e torcida para essa tão sonhada conclusão, afinal, partilhamos sonhos e objetivos em comum.

AGRADECIMENTOS

Sou imensamente grata a todos (as) que me apoiaram:

- Ao meu orientador que, planejou tudo e possibilitou essa pesquisa, além de ter me concedido um aprendizado imensurável nesse âmbito que foi desafiador para mim, me orientando e capacitando da melhor forma;
- Aos meus docentes e coordenação do Programa de Mestrado em Ciências do Movimento pela compreensão em momentos cruciais desse trajeto e pela humanidade;
- A todo o grupo de Pesquisa da UFMS, de Três Lagoas, especialmente ao Giovanna Geron dos Santos e Renato Pitol de Mello; Professor Dr. Marcelo Augusto Sanches e demais discentes envolvidos no respectivo grupo de pesquisa;
- Às idosas voluntárias do Centro de Convivência Tia Nega pela ternura e disponibilidade;
- A empresa HS Technology® pelo empréstimo do Baropodômetro BaroScan®;
- Ao Executivo Municipal de Chapadão do Sul – Gestão 2021-2024: Especialmente ao Então prefeito nesse Período João Carlos Krug e sua digníssima esposa Maria das Dores Zocal Krug, juntamente com os antigos Secretários de Educação Guerino Perius e Érica Jaqueline Schweter (in memória).

RESUMO

Introdução: O envelhecimento predispõe a redução da força muscular, promovendo instabilidade na locomoção e no equilíbrio corpóreo. Nesse sentido, torna-se importante analisar as respostas de estabilidade corpórea, capacidade funcional e a qualidade de vida na aplicação simultânea da Eletroestimulação Neuromuscular (EENM) e Terapia de Fotobiomodulação (TFBM), em ambos os músculos quadríceps femorais (QF) e gastrocnêmicos (Gt) de idosas. **Objetivos:** analisar se a TFBM potencializa e suplementa as respostas terapêuticas da Estimulação Elétrica Neuromuscular (EENM) na estabilidade corpórea, capacidade funcional e qualidade de vida de idosas submetidas a um programa de quatro semanas de intervenção aplicada nos músculos quadríceps femorais e gastrocnêmios bilateralmente. **Metodologia:** As participantes (28 mulheres, 71,22±5,83 anos) do estudo duplo-cego foram divididas aleatoriamente nos grupos tratados com EENM associada à TFBM ativa (n=14) e EENM associada à TFBM placebo (n=14), sendo realizado três vezes semanais (intervalos de 48 horas) durante quatro semanas (12 sessões). As participantes foram submetidas a EENM (50 Hz, com 20 minutos a sessão) aplicada bilateralmente nos músculos do QF e Gt, com evolução semanal no tempo de contração-reposo. A energia da TFBM foi aplicada no QF (125,1 J) e no Gt (41,7 J) com Matrizes de Lasers (830 nm) e LEDs (850 nm). As análises das respostas terapêuticas foram por meio da estabilometria, testes para capacidade funcional de velocidade da marcha e Time Up and Go (TUG), e o questionário SF-36 para Qualidade de Vida. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFMS, com parecer número 6.529.039 e inscrito no Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos (ReBEC): U1111-1311-0859. Os resultados foram analisados estatisticamente, com comparações entre os grupos e em momentos pré e pós-tratamento, utilizando testes apropriados para dados paramétricos e não paramétricos, com significância de $p < 0,05$. **Resultados:** O protocolo de 4 semanas com EENM associada à TFBM Ativo demonstrou melhora significativa no tempo de execução da marcha e no teste Time Up and Go, assim como na otimização estabilométrica por meio da redução na área elíptica e na velocidade de oscilação anteroposterior do centro de pressão. Além disso, observou-se melhora nos domínios do SF-36, como capacidade funcional, dor e vitalidade. **Conclusão:** A TFBM suplementou as respostas na estabilidade postural, capacidade funcional e na qualidade de vida das idosas na associação simultânea da EENM para fortalecimento das cadeias musculares cruzadas anteroposterior do QF e Gt, em relação ao uso isolado na EENM. O protocolo terapêutico adotado no presente estudo demonstrou uma estratégia segura, acessível e promissora para prevenção de quedas e reabilitação funcional no envelhecimento.

Palavras Chaves: EENM, TFBM, idosas, estabilometria, qualidade de vida.

ABSTRACT

Introduction: Aging predisposes to a reduction in muscle strength, promoting instability in locomotion and body balance. In this sense, it becomes important to analyze the responses of body stability, physical capacity, and quality of life in the simultaneous application of Neuromuscular Electrostimulation (NEMS) and Photobiomodulation Therapy (PBT), in both the quadriceps (QF) and gastrocnemius (Gt) muscles of elderly women. **Objectives:** to analyze the supplementary therapeutic responses of TPBM in body stability, physical performance, and quality of life, simultaneously associated with EENM in the right and left gastrocnemius and quadriceps muscles of elderly women during a 4-week treatment program. **Methodology:** The participants (28 women, 71.22 ± 5.83 years) of the double-blind study were randomly divided into groups treated with NMES associated with active PBMT ($n=14$) and NMES associated with placebo TFBM ($n=14$), performed three times a week (with intervals of 48 hours) over four weeks (12 sessions). The participants were subjected to EENM (50 Hz, with 20 minutes per session) applied bilaterally to the quadriceps and gluteus muscles, with weekly evolution in the contraction-rest time. The energy of the TFBM was applied to the quadriceps (125.1 J) and to the gluteus (41.7 J) using Laser Matrices (830 nm) and LEDs (850 nm). The analyses of therapeutic responses were through stabilometry, tests for functional capacity of walking speed and the Timed Up and Go (TUG), and the SF-36 questionnaire for Quality of Life. The study was approved by the Ethics Committee of UFMS, with opinion number 6,529,039 and registered in the Brazilian Registry of Clinical Trials (ReBEC): U1111-1311-0859. The results were statistically analyzed, with comparisons between groups and at pre and post-treatment times, using appropriate tests for parametric and non-parametric data, with significance of $p < 0.05$. **Conclusion:** The PBMT supplemented the responses of postural stability, functional capacity, and quality of life of elderly women in the simultaneous association with NEMS for strengthening the crossed anteroposterior muscle chains of the QF and Gt, compared to the isolated use of NEMS. The therapeutic protocol adopted in this study demonstrated a safe, accessible, and promising strategy for fall prevention and functional rehabilitation in aging.

Keywords: NMES, PBMT elderly women, stabilometry, Quality of Life

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	11
1.1.	Justificativa.....	13
2.	REVISÃO DA LITERATURA	14
2.1.	O Envelhecimento Populacional e a Síndrome da Fragilidade.....	14
2.2.	Análise Funcional e da Qualidade de Vida do Idoso	15
2.3.	Terapias de Eletroestimulação Neuromuscular (EENM) e Fotobiomodulação (TFBM)	20
2.3.1.	Eletroestimulação Neuromuscular em Idosos.....	20
2.3.2.	Terapia de Fotobiomodulação (TFBM) no Trofismo Muscular e Rendimento Físico.....	22
2.3.3.	Estudos combinados EENM e TFBM	24
3.	OBJETIVOS	26
3.1.	Objetivo Geral	26
3.2.	Objetivos Específicos	26
4.	METODOLOGIA	27
4.1.	Participantes.....	27
4.2.	Parâmetros dos Recursos Terapêuticos.....	29
4.3.	Estudo da Qualidade de Vida	33
4.4.	Baropodometria	34
4.5.	Teste Time Up and Go.....	35
4.6.	Teste de Velocidade da Marcha	35
4.7.	Análise Estatística.....	36
5.	RESULTADOS.....	37
5.1.	Análise da Qualidade de Vida – Questionário SF-36.....	37
5.2.	Estabilometria.....	38
5.3.	Teste “Time Up and Go”.....	39
5.4.	Teste de Velocidade da Marcha.....	39
6.	DISCUSSÃO.....	41
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	48
8.	CONCLUSÃO.....	49
9.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50
10.	APÊNDICE.....	60
	ANEXO.....	63

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AVD – Atividades de Vida Diária
ADP - Adenosina Difosfato
AMP - Adenosina Monofosfato
AP - Anteroposterior
AS - Aspectos Sociais
ATP - Adenosina Trifosfato
BFM – Fotobiomodulação
CoP – Centro de Pressão
CF – Capacidade Funcional
COM – Centro de Massa
DCNT – Doenças Crônicas Não Transmissíveis
EENM – Estimulação Elétrica Neuromuscular
ESG – Estado Geral de Saúde
EWGSOP - *European Working Group on Sarcopenia in Older People*
FBM – Fotobiomodulação
Gt– Músculo Gastrocnêmio
IMC – Índice de Massa Corporal
LASER - *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation* (Amplificação de Luz por Emissão Estimulada de Radiação)
LCA – Ligamento Cruzado Anterior
LED - Light Emitting Diode (Diodo emissor de luz)
LAF - Limitação por aspectos físicos
LAE - Limitação por Aspectos Emocionais
LLLT - Terapia a Laser de Baixa Intensidade (*Low-Level Laser Therapy*)
NO – Óxido Nítrico
OMS – Organização Mundial da Saúde
QF – Músculo Quadríceps Femoral
QV – Qualidade de Vida
RF – Reto Femoral
ROS – Espécies Reativas de Oxigênio (*Reactive Oxygen Species*)
TE – Tamanho do Efeito
SF-36 – *Short Form Health Survey* (Questionário de Qualidade de Vida)
SM - Saúde Mental
TFBM – Terapia de Fotobiomodulação
TUG – *Time Up and Go* (Teste de Levantar e Caminhar)
V - Vitalidade
VL – Vasto Lateral
VM – Vasto Medial
WHO – World Health Organization

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Diagrama de Fluxo das Participantes.....	27
Figura 2 – Matrizes de Lasers e LEDs da Coxa e Perna.....	29
Figura 3 – Matriz de TFBM posicionada na participante. A) Músculo Quadríceps Femoral. B)Músculo Gastrocnêmio.....	30
Figura 4 –Posicionamento dos Eletrodos e da Matriz de Laser/LED no QF e Gt na Associação Simultânea.....	32
Figura 5 – Participante posicionada no Baropodômetro.....	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características antropométricas dos grupos - Percentual de Gordura Corpórea; IMC: Índice de Massa Corporal	27
Tabela 2 – Relação do Tempo de Contração e Repouso nas semanas de tratamento com a EENM.	28
Tabela 3 - Parâmetros da Matriz de Laser e Led	31
Tabela 4. Análise entre o Pré e Pós-Tratamento com a Eletrofotobiomodulação no Questionário de Qualidade de Vida SF-36.	36
Tabela 5. Análise Estabilométrica por Baropodometria com Olhos Abertos e Fechados.....	37
Tabela 6 - Análise do Teste “Time Up and Go”	38
Tabela 7 - Análise do Teste de Velocidade da Marcha	39

1. INTRODUÇÃO

O envelhecimento populacional representa uma das mudanças demográficas mais profundas do século XXI. De acordo com a Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS) e Nações Unidas (2023), enquanto a população total continuará crescendo até 2060, o segmento de pessoas idosas terá um crescimento absoluto e relativo expressivo. Em 1950, os idosos representavam 5,6% da população, número que chegou a 8,3% em 2000 e alcançará 25% em 2050, quando a população com 60 anos ou mais na América Latina e Caribe será maior que a de crianças e jovens de 0 a 19 anos, atingindo cerca de 190 milhões de idosos. Essa transição demográfica traz desafios significativos para a formulação de políticas públicas que garantam qualidade de vida, atenção à saúde e assistência para essa parcela crescente da população.

No Brasil, o segmento populacional de idosos apresentou uma taxa de crescimento superior a 4% ao ano entre 2012 e 2022, segundo o IBGE (2021). Em 2020, aproximadamente 30 milhões de brasileiros tinham 60 anos ou mais, representando 14% da população total. Projeções indicam que, em 2050, esse percentual chegará a 30%. Essa transição é acompanhada por mudanças epidemiológicas, como o aumento de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), responsáveis por 72% das mortes no país, com destaque para doenças cardiovasculares, câncer, diabetes e doenças respiratórias crônicas (Ministério da Saúde, 2021). Entre os desafios enfrentados pela população idosa está a sarcopenia, caracterizada pela perda de massa e força muscular, com maior frequência em mulheres, devido a fatores hormonais relacionados à menopausa. Segundo Steffens *et al.* (2022), o fenótipo de fragilidade, elaborado por Fried *et al.* (2001), identifica idosos frágeis quando apresentam três ou mais critérios, como perda de peso não intencional, baixa força muscular e redução da velocidade de marcha. Essa condição clínica, embora associada ao envelhecimento, é reversível com intervenções adequadas.

Diante desse cenário, a busca por estratégias terapêuticas seguras e eficazes para mitigar os efeitos da fragilidade tem se intensificado, destacando-se intervenções não farmacológicas que atuam tanto na função muscular quanto no equilíbrio postural (Cruz-Jentoft *et al.*, 2019). Nesse contexto, a Terapia de Fotobiomodulação (TFBM) vem ascendendo para destaque com uma abordagem não invasiva na reabilitação, utilizando luz vermelha e infravermelha para estimular processos celulares, promover reparo tecidual e reduzir inflamações. Diversos estudos indicam benefícios significativos na utilização de comprimentos de onda específicos que penetram nos tecidos do corpo para

estimular as células, sem causar aquecimento ou danos. A luz ao ser absorvida pelas mitocôndrias, melhora principalmente as funções dessas organelas, aumentando a produção de energia celular (ATP), facilitando a regeneração tecidual e a circulação sanguínea local. Com esse tipo de intervenção terapêutica, promove-se a cicatrização de feridas, a redução da inflamação, o alívio algico, a recuperação muscular e otimização do rendimento físico (Hamblin, 2018; Karu, 1989; Whelan *et al.*, 2001; Gobbi, 2020; Ferraresi, 2016).

Embora a evidência científica aponte para a sua eficácia e segurança, ainda há necessidade de padronização dos protocolos para otimizar os resultados terapêuticos (Dipp, 2024). Essa técnica tem evoluído para se tornar uma abordagem não invasiva e de baixo custo, com poucos efeitos colaterais, sendo amplamente aplicada em fisioterapia para tratar dores crônicas, lesões esportivas e condições inflamatórias. A literatura atual reforça a importância da padronização dos parâmetros de tratamento, como a frequência e a dose da luz adequadas, para otimizar os resultados clínicos e ampliar o uso seguro dessa estratégia em diversas condições de saúde (Dipp, 2024).

A EENM é considerada uma alternativa eficiente para o fortalecimento muscular e melhora do equilíbrio, especialmente em indivíduos idosos e com limitações físicas (Langeard *et al.*, 2017). Sua aplicação está relacionada à manutenção e ao aumento de força e de resistência muscular, além do aumento na tolerância ao exercício, na melhora do equilíbrio e da funcionalidade (Benavent – Caballer, 2014; Langeard. *et al.*, 2017). Essa intervenção terapêutica, consiste na aplicação de uma corrente elétrica de baixa ou média frequência sobre o músculo, visando a reeducação muscular e a prevenção de atrofia, por isso está entre as mais variadas formas de treinamento muscular (Langeard *et al.*, 2017). A EENM tem potencial para ser usada especialmente em indivíduos que não podem realizar exercícios intensos, com estratégias que garantam um fortalecimento adequado em idosos frágeis e pacientes hospitalizados (Maffiuletti *et al.*, 2018).

Mediante às patologias advindas com a Síndrome da Fragilidade, tanto no aspecto preventivo quanto em termos de reabilitação em relação aos benefícios proporcionados pelas terapias de EENM e TFBM, elencados na literatura, a presente pesquisa propõe a associação simultânea dessas duas tecnologias. Tal proposição surge sob a hipótese do potencial de suplementação da luz infravermelha por Laser e LEDs de baixa potência à eletroestimulação neuromuscular em músculos de cadeias cruzadas dos músculos QF (Quadríceps Femoral) e do Gt (Gastrocnêmio) frente aos seus efeitos sobre a estabilometria, capacidade funcional e qualidade de vida em mulheres idosas.

1.1. Justificativa

O aumento da expectativa de vida é acompanhado do envelhecimento populacional. O público de idosos tem aumentado e continuará crescendo ao longo dos anos, atrelado a tal aspecto, vem a busca por Qualidade de Vida. As mulheres idosas na etapa da menopausa sofrem com diversas patologias associadas à síndrome da fragilidade, especialmente fatores relacionados à funcionalidade, devido ao déficit hormonal e a redução de massa e força muscular, fatores esses que interferem na manutenção do equilíbrio corporal, devido às disfunções de estabilidade corpórea. Com isso surgem demandas em termos de saúde pública e privada que requerem intervenções tanto de cunho preventivo quanto de reabilitação, no sentido de amenizar os efeitos da tríade da fragilidade que traz transtornos a essa parte da população.

Verifica-se na literatura atual, uma ausência de estudos longitudinais com ensaios clínicos com foco no uso simultâneo de EENM e TFBM em músculos de cadeias cruzadas do Quadríceps Femoral e Gastrocnêmio, especialmente em mulheres idosas, e com dados validados sobre os efeitos relacionados a fatores de trofismo muscular que auxilie em aspectos estabilométricos com melhora do equilíbrio, prevenindo o risco de quedas e possibilitando melhora funcional e aumento da qualidade de vida.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. O Envelhecimento Populacional e a Síndrome da Fragilidade

O envelhecimento populacional promove importantes desafios de saúde pública, principalmente relacionados à preservação da funcionalidade e prevenção da fragilidade em idosos (Who, 2020). A Síndrome da fragilidade no idoso é composta por uma tríade, representada principalmente pela sarcopenia (redução da massa e força muscular), seguido por desregulações de origem neuroendócrina e do sistema imunológico. Esses fatores associados, promovem a redução das reservas fisiológicas, levando à maior vulnerabilidade frente a estressores e aumento do risco de quedas, hospitalizações e mortalidade (Fried *et al.*, 2001).

A sarcopenia tem seu início a partir dos 40 anos, com declínio anual de 1 a 2% na massa muscular após os 50 anos (Mitchell *et al.*, 2012). Fatores hormonais, especialmente em mulheres após a menopausa, agravam esse quadro devido à redução do estrogênio, GH, IGF-1 e dehidroepiandrosterona, favorecendo a redução muscular e o acúmulo de tecido adiposo. Estudos apontam que desta forma ocorre a prevalência da Síndrome Metabólica que desencadeia diversos sintomas e quadros que conduzem a determinadas disfunções, pois ocorrem alterações na composição corporal, inclusive no que se refere ao depósito de gorduras, fator este que interfere na perda da capacidade de produção da força muscular (Iannuzzi-Sucich *et al.*, 2002; Yang *et al.*, 2005; Prestes *et al.* 2009).

Esse quadro vulnerável, promove instabilidade nas articulações, favorecendo o desenvolvimento de patologias como artrose e artrite, caracterizadas pelo desgaste da cartilagem e inflamação articular, respectivamente (Hunter & Bierma-Zeinstra, 2019). Essa condição osteoarticular favorece o quadro da dor e a redução da amplitude de movimento, além de prejudicar as atividades da vida diária (AVDs). A exemplo disso, essa instabilidade postural decorrente da fraqueza muscular e da perda de propriocepção contribui com casos de lombalgias e cervicalgias, além de aumentar significativamente o risco de quedas (Ambrose & Hausdorff, 2013).

A sarcopenia apresenta etiologia multifatorial e está associada a consequências graves, como alterações de mobilidade e equilíbrio, aumentando o risco de quedas e fraturas. A ausência de consenso diagnóstico dificulta estimar sua prevalência de forma precisa” (Cruz-Jentoft *et al.*, 2019; SBGG, 2023). Uma meta-análise internacional de 151 estudos realizados em países de cada continente, a qual compreendeu um total de 692.056

indivíduos com idade média de 68,5 anos, constatou a dominância global da sarcopenia entre 10% a 27% dos idosos (Petermann-Rocha *et al*, 2022).

As alterações fisiológicas características da sarcopenia estão definidas pela diminuição do tamanho e número de neurônios motores, além da alteração na função das células remanescentes para a produção de colágeno intratissular. Com isso, ocorre redução da massa e a fibrose muscular, com a diminuição de fibras musculares de velocidade de contração rápida (tipo IIa) (Santos & Rezende, 2006).

Em consonância com essas teorias supramencionadas, tornam-se primordiais os conceitos de tônus muscular e cadeias musculares para compreender a função motora e postural. O tônus muscular é definido como a contração contínua e involuntária dos músculos em repouso, responsável pela estabilidade e prontidão motora (Guyton 2017). Já as cadeias musculares referem-se à integração funcional entre músculos e fáscias, que atuam em conjunto para manter a postura e coordenar os movimentos corporais. A interdependência entre ambos é clara, visto que as alterações na tonicidade afetam a dinâmica das cadeias musculares, promovendo seu desequilíbrio, refletindo no tônus geral (Busquet, 1999; Souchard, 2002).

As quedas resultam da perda de equilíbrio em condições posturais estáticas ou dinâmicas, como na caminhada. Modificações vestibulares e da estrutura proprioceptiva dificultam a manutenção do centro de gravidade durante tarefas posturais (Lafont *et al.*, 1991; Amiridis, 2003). Pessoas na terceira idade têm maiores dificuldades para manter seu centro de pressão durante tarefas posturais, e esse quadro também está ligado à força dos músculos da perna (Amiridis, 2003). O envelhecimento favorece alterações na propriocepção, equilíbrio, controle neuromotor e cognição, os quais contribuem para o aumento do risco de quedas (Rubenstein, 2006; Langeard *et al.*, 2017). Estima-se que anualmente, em média 30% de indivíduos com mais de 65 anos caem, resultando em consequências graves, incluindo fratura, imobilização/falta de mobilidade ou até mesmo situações de óbito (Langeard *et al*, 2017). Portanto, compreender esses conceitos é essencial para o diagnóstico e tratamento de disfunções musculoesqueléticas (Mezières, 1998; Kapandji, 2000).

2.2. Análise Funcional e da Qualidade de Vida do Idoso.

A estabilidade postural é a capacidade de manter o corpo em equilíbrio, seja ele estático (em repouso) ou dinâmico (em movimento), define-se portanto, como a

capacidade de manter o Centro de Massa ou Centro de Gravidade (CG) projetado dentro dos limites da base de apoio, denominados de limites da estabilidade, os quais não são fixos e mudam de acordo com a tarefa, a biomecânica individual e os diversos aspectos do ambiente (Azevedo, 2006).

O equilíbrio consiste na habilidade de manter a posição do corpo sobre a sua base de sustentação (Bienfait, 1995). Diversos fatores contribuem para nossa estabilidade, o alinhamento do corpo pode minimizar os efeitos das forças gravitacionais que tendem a nos deslocar do nosso centro de pressão (CoP). Por outro lado, o tônus muscular evita que o corpo entre em colapso em resposta à ação da força da gravidade (Azevedo, 2006).

O corpo humano constantemente promove contrações musculares entre agonistas e antagonistas para manter a estabilidade corporal, promovendo oscilações posturais no sentido anteroposterior e látero-medial, para ajustar o centro de pressão e harmonizar as forças sobre uma base de suporte, que se fundamenta nos pés (Queiroz, 2020).

O sistema nervoso central atua constantemente ajustando o Centro de Pressão (CoP – *Center of Pressure*), com base em informações sensoriais como visão e propriocepção, para preservar o equilíbrio postural (Lacour *et al.*, 2008). O CoP é um dos principais parâmetros utilizados na estabilometria e refere-se ao ponto de aplicação da força de reação do solo sobre a superfície plantar. Sua oscilação permite mensurar a capacidade de controle postural do indivíduo diante de diferentes demandas sensoriais, sendo particularmente sensível à integridade dos sistemas visual, vestibular e somatossensorial. Em situações de redução da informação visual, como na realização de testes com os olhos fechados, observa-se maior dependência do sistema somatossensorial e vestibular, o que permite avaliar de forma mais apurada a função postural (Duarte, 2010; Lafond *et al.*, 2004).

Nesse contexto, é primordial pontuar que o CG se refere ao ponto onde a massa corporal está distribuída de forma média, variando de acordo com a postura e o movimento, e sua posição em relação à base de suporte é determinante para a estabilidade (Hall, 2016). Já o CoP, corresponde ao ponto de aplicação da força resultante entre o corpo e a superfície de apoio, sendo dinâmico e influenciado pelas ações neuromusculares, uma vez que o sistema nervoso o ajusta constantemente para manter o CG dentro da base de suporte, esses conceitos são primordiais para a análise do equilíbrio humano, embora representem fenômenos distintos. A relação entre esses dois conceitos, é essencial para entender o controle postural e tem ampla aplicação em áreas como fisioterapia e biomecânica (Winter, 2009).

Os aspectos biomecânicos são elementos importantes na avaliação da posição corporal, sendo a postura corpórea e o equilíbrio dependentes da posição e orientação dos segmentos corporais derivados de um estímulo do sistema nervoso central (SNC), de modo a buscar controlar a expressão do Centro de Massa (COM) e a posição do CoP, que são fatores que se associam e se acoplam para fornecer ajustes posturais que modificam a localização do COM. (Riley, *et al.*, 1990). Os desequilíbrios do corpo no espaço podem ser analisados através da posição do Centro de Pressão, medido através da baropodometria. (Mochizuk, 2003).

A avaliação da distribuição da pressão plantar e do CoP em posição estática e dinâmica, pode ser ferramenta importante na identificação das assimetrias de carga e alterações posturais que predisõem a quedas e dores osteoarticulares, sendo possível obter diagnóstico adequado por meio da Baropodometria (Razak *et al.*, 2012; de Blasiis *et al.*, 2023; Yan *et al.*, 2023). Sendo assim, a quantificação da estabilometria (amplitude de oscilações e velocidades de oscilações anteroposteriores e látero-mediais do Centro de Pressão) refinará a prescrição de intervenções personalizadas, como exercícios de reeducação postural e fortalecimento, uma vez que a fraqueza muscular afeta o controle motor e compromete a funcionalidade global do idoso (Baumfeld *et al.*, 2018). As quedas na terceira idade representam uma das principais causas de morbidade e mortalidade e são frequentemente associadas à perda da autonomia e à institucionalização precoce (Rubenstein, 2006). Mediante tal contexto, a análise baropodométrica e estabilométrica tem sido empregada como recurso diagnóstico fundamental para identificar alterações posturais e de equilíbrio em idosos, permitindo quantificar parâmetros como amplitudes e velocidades das oscilações do centro de pressão (CoP), além da área elíptica de deslocamento. Tais medidas refletem diretamente a capacidade de controle postural e a eficiência dos mecanismos neuromusculares de estabilização (Prince *et al.*, 1997).

Estudos demonstram que programas de fortalecimento muscular, tanto por meio de exercícios resistidos quanto com o uso de estimulação elétrica neuromuscular (EENM), estão associados a melhorias significantes no equilíbrio postural de idosos. Baroni *et al.* (2010) observaram que protocolos de fortalecimento muscular reduzem marcadores de dano muscular e contribuem para maior estabilidade funcional, com impacto positivo em parâmetros estabilométricos. De forma semelhante, Gobbo *et al.* (2014) relataram que a aplicação de EENM em idosos promoveu melhora no controle postural, evidenciada pela redução da amplitude de oscilação do COP e da área elíptica durante tarefas de apoio bipodal.

Adicionalmente, estudos longitudinais indicam que a prática de exercícios resistidos pode reduzir a velocidade das oscilações estabilométricas em idosos, sugerindo maior eficiência no controle de pequenos ajustes posturais (Baumfeld *et al.*, 2018). Essas evidências reforçam que a baropodometria, associada a intervenções de fortalecimento, constitui ferramenta relevante tanto para monitoramento da eficácia terapêutica quanto para a prevenção de quedas, fornecendo subsídios objetivos para programas de reabilitação e promoção da autonomia funcional em populações idosas.

A principal indicação do estudo baropodométrico é auxiliar na decisão no tratamento de diferentes distúrbios posturais e na escolha de diferentes palmilhas ou cirurgias. Às vezes, os próprios recursos do baropodômetro são usados como tratamento em si, como nos sistemas de biofeedback (Baumfeld *et al.*, 2018). Dentre diversas formas de avaliação postural e preventiva nas disfunções estruturais e ortopédicas, a baropodometria avalia a pisada na forma dinâmica e estática, apresentando a distribuição de cargas na planta dos pés, com o objetivo de avaliar os distúrbios da pressão e distribuição plantar.

Dessa forma é possível verificar a distribuição do peso corporal sobre os respectivos membros, indicando o percentual de equilíbrio entre os mesmos, ou analisar uma carga maior em um deles, revelando uma disfunção no equilíbrio corporal (representado pelo deslocamento do centro de pressão), detectadas por sensores e observadas nas condições sensoriais, além de também avaliar de forma detalhada a pisada por meio da quantificação dos picos de pressão e o deslocamento do Centro de Massa durante o passo (Queiroz, 2020). Uma adequada biomecânica podal é responsável pela manutenção da postura e uma distribuição simétrica da pressão plantar (Castro, 2007), além de exercer um efeito importante no controle postural durante a posição ortostática e na marcha (Lafond *et al.*, 2004).

Diversos autores têm utilizado a baropodometria para avaliar problemas clínicos dos pés, identificar anormalidades, analisar os pós-operatórios verificando as mudanças na distribuição da pressão plantar e assim estimando o sucesso ou não das cirurgias. Este é um método seguro que ajuda no planejamento e na atuação do tratamento desses membros (Stebbins *et al.*, 2005), sendo ferramenta de avaliação que correlaciona resultados baropodométricos, clínicos e melhoras funcionais, principalmente no padrão de marcha (Notarnicola *et al.*, 2018).

De acordo com Bohannon (2019), a força muscular está fortemente relacionada com a capacidade de realizar tarefas básicas, como caminhar, levantar de uma cadeira e

manter o equilíbrio. Para a avaliação funcional da mobilidade e do risco de quedas, destacam-se dois testes amplamente utilizados: o Teste de Velocidade de Marcha e o Time Up and Go (TUG). O Teste de Velocidade de Marcha mede o tempo que o idoso leva para percorrer uma distância predeterminada (geralmente 4 metros). Valores inferiores a 0,8 m/s são indicativos de alto risco de incapacidade e mortalidade (Studenski *et al.*, 2011). Já o TUG avalia o tempo que o idoso leva para levantar-se de uma cadeira, caminhar 3 metros, girar, retornar e sentar-se novamente. Um tempo superior a 13,5 segundos sugere maior risco de quedas (Podsiadlo & Richardson, 1991). Estudos como o de Beauchet *et al.* (2011) demonstraram que o TUG apresenta alta sensibilidade e especificidade na predição de quedas em idosos.

Diversos estudos vêm demonstrando que 55% das quedas nos idosos estão relacionadas com alterações da marcha, 32% com alterações de equilíbrio e as demais, com fatores extrínsecos como superfícies irregulares, escadas, sapatos inapropriados, entre outros (Duxbury, 2000). Nos últimos anos ocorreu um aumento nas preocupações com as alterações da postura corporal, não somente ligada à parte estética, mas com a Qualidade de Vida. A boa postura proporciona a flexibilidade e mobilidade articular do corpo e contribui para o bem-estar do indivíduo (Przysiechny, 2003).

Torna-se fundamental, para o desenvolvimento de programas de atividades físicas tanto preventivas quanto de reabilitação às quedas, compreender as contribuições dos fatores intrínsecos da capacidade de gerar força e de manter o equilíbrio, ambos considerados essenciais para a realização independente e autônoma de Atividade de Vida Diária (AVD), bem como atividades físicas e esportivas. Qualquer alteração nas variáveis sensitivas, motoras e/ou cognitivas gera déficit na capacidade funcional, na independência e na Qualidade de Vida dos indivíduos, tanto em crianças, jovens, adultos e idosos. Logo, o controle do tronco é componente crucial para a realização das atividades funcionais e deve proporcionar ao mesmo tempo uma estabilidade e mobilidade para que os indivíduos possam realizar suas atividades cotidianas sem maiores dificuldades (Costa *et al.*, 2009).

Os distúrbios vestibulares diminuem significativamente a Qualidade de Vida de indivíduos portadores de tal alteração, comprometendo suas atividades profissionais, domésticas e sociais, trazendo prejuízos físicos, psicológicos e sociais. Nos idosos esse declínio na Qualidade de Vida é ainda mais significativo, uma vez que as manifestações das disfunções do equilíbrio corporal têm grande impacto, podendo levar à uma redução de sua autonomia social, consequentemente diminuindo suas atividades de vida diária

pela predisposição a quedas e fraturas, trazendo sofrimento, imobilidade corporal, medo de cair novamente, declínio em sua saúde, altos custos com tratamentos, e consequentemente, aumento do risco de institucionalização (Gorski *et al.*, 2008).

Considerando o aumento da expectativa de vida e, embora a síndrome da fragilidade, acompanhe esse processo, é possível a promoção do envelhecimento saudável, que engloba não apenas a ausência de doenças, mas também a manutenção da capacidade funcional, bem-estar psicológico e participação social (Rowe & Kahn, 1997). Intervenções multidimensionais, incluindo atividade física regular, nutrição adequada, suporte social e estímulos cognitivos, têm mostrado eficácia na promoção da qualidade de vida em pessoas idosas (Buchner & Wagner, 1992).

Para mensurar a Qualidade de Vida em idosos, um dos instrumentos mais utilizados na literatura científica é o SF-36 (*Short Form Health Survey*). Este questionário abrange oito domínios relacionados à saúde física e mental, sendo uma ferramenta confiável e validada para essa população (Ware & Sherbourne, 1992). Em estudo conduzido por Ferreira *et al.* (2012), foi evidenciado que idosos com melhor desempenho funcional apresentaram escores mais elevados no SF-36, especialmente nos domínios de capacidade funcional, dor e vitalidade.

2.3. Terapias de Eletroestimulação Neuromuscular (EENM) e Fotobiomodulação (TFBM)

2.3.1. Eletroestimulação Neuromuscular em Idosos

Estudos científicos destacam a estimulação elétrica neuromuscular como uma técnica eficiente para o fortalecimento muscular e a estabilização articular em idosos, especialmente nos membros inferiores. Por meio de dispositivos portáteis e de baixo custo, é possível minimizar o declínio funcional nessa população, oferecendo uma alternativa viável aos métodos convencionais de treinamento (Maffiuletti *et al.*, 2018).

Em estudo conduzido em idosos, Langeard *et al.* (2020) aplicaram um protocolo de EENM para o fortalecimento dos músculos flexores plantares e dorsiflexores, estruturado na fase inicial com aquecimento de 300 segundos em baixa frequência (5 Hz) e baixa intensidade, seguido por 42 a 52 ciclos compostos de fases ativas alternadas com períodos de repouso. A frequência e o número de ciclos foram progressivamente aumentados ao longo das semanas, variando de 50 Hz com 42 ciclos na primeira semana até 70 Hz com 52 ciclos na última. O protocolo foi finalizado com 10 minutos de relaxamento em baixa frequência (3 Hz). A forma de onda utilizada foi quadrada bifásica

simétrica, com duração de fase de 400 μ s. A intensidade foi ajustada até o limiar máximo tolerável pelos participantes. Cada sessão teve duração aproximada de 55 minutos, realizada três vezes por semana, durante 12 semanas. O posicionamento dos eletrodos foi padronizado com dois eletrodos (50×50 mm) no músculo tibial anterior (inserção e ventre muscular) para os dorsiflexores; um eletrodo (50×100 mm) na porção proximal e dois eletrodos (50×50 mm) nos ventres dos gastrocnêmios para os flexores plantares. Os participantes realizaram o treinamento domiciliar após receberem instruções detalhadas da equipe de pesquisa, demonstrando aumento da força muscular e menor risco de quedas.

Em ensaio clínico randomizado com 75 mulheres idosas com osteoartrite de joelho, distribuídas nos grupos EENM, exercício e combinação (EENM + Exercício), foi utilizada estimulação elétrica neuromuscular de média frequência (50 Hz, 15 minutos, 1 canal/quadríceps), durante 12 semanas (3×/semana). O grupo EENM apresentou redução significativa da dor, aumento da circunferência de coxa e espessura do vasto medial, além de melhora funcional (TUG e caminhada de 6 minutos) (Moezy *et al.*, 2024).

No estudo clínico randomizado com 30 mulheres idosas (≥ 65 anos), comparando exercício voluntário de membros inferiores versus associado à EENM (4 semanas, 3×/semana e 1 h/sessão), observou-se melhora significativa em força muscular e equilíbrio no grupo combinado. Assim como no estudo anterior, os dados específicos sobre parâmetros eletroterapêuticos (frequência, pulso, canais, posicionamento dos eletrodos) não foram informados; em consonância com recomendações de consenso, configurações clínicas muitas vezes utilizam 50–75 Hz e largura de pulso de 200–400 μ s para fortalecimento muscular em osteoartrite de joelho (Jang & Park, 2021).

Em estudo longitudinal com 24 mulheres com osteoartrite de joelho, observou-se redução da fraqueza muscular e melhora da ativação neural após 8 semanas de EENM. Infelizmente, os detalhes técnicos sobre modalidades de estimulação (como canais, eletrodos ou parâmetros específicos) não foram relatados (Lanferdine *et al.*, 2015).

Em revisão sistemática envolvendo adultos jovens e idosos, concluiu-se que a EENM promove ganho de força no quadríceps de indivíduos saudáveis, embora os efeitos sobre a massa muscular em idosos ainda sejam inconclusivos. Esse tipo de estudo geralmente evidencia a heterogeneidade dos protocolos e a falta de padronização dos parâmetros eletrofisiológicos (Rahmati; Gondin; Malakoutinia; 2021).

2.3.2. Terapia de Fotobiomodulação (TFBM) no Trofismo Muscular e Rendimento Físico.

A terapia de fotobiomodulação (TFBM), aplicada por Laser ou por LED de baixa potência, exerce efeitos fotoquímicos sobre as mitocôndrias, principalmente pela interação com a citocromo c oxidase, o que pode levar ao aumento do transporte eletrônico e do potencial de membrana mitocondrial, além de aumentar a produção de ATP; igualmente, a TFBM promove a liberação de óxido nítrico (NO), um breve aumento controlado de espécies reativas de oxigênio (ROS) seguido de up-regulation das defesas antioxidantes, e a modulação de vias inflamatórias, justificando efeitos anti-inflamatórios, antioxidantes, analgésicos e de promoção na reparação tecidual. Essas bases mecanistas encontram suporte em revisões e artigos de síntese sobre TFBM. Em termos clínicos, ensaios em idosos demonstraram efeitos funcionais quando a TFBM associada a programas de exercício resistido (por exemplo, Toma *et al.*, 2016), e revisões sistemáticas mostram efeitos benéficos da TFBM sobre o desempenho e fadiga muscular mediante parâmetros e doses adequadamente escolhidos (Freitas & Hamblin, 2016; Hamblin, 2017; Toma *et al.*, 2016; Vanin *et al.*, 2018).

Durante um ensaio clínico randomizado e duplo-cego, realizado com 35 mulheres idosas submetidas à fotobiomodulação (808 nm, 100 mW, 7 J) aplicada nos músculos do Quadríceps Femorais e Gastrocnêmio após exercícios resistidos, foram observadas melhorias significativas no desempenho do Teste de Caminhada de Seis Minutos (6MWT), na estabilidade postural e na redução do risco de quedas (Toma *et al.*, 2018).

Na comparação dos efeitos do Laser versus LED sobre a fadiga muscular em oito homens saudáveis de 17 a 20 anos, com intervenção de infravermelho 6 J em cada ponto - 2 pontos sobre o reto-femoral – 12 J total, verificou-se que houve redução dos níveis de creatina quinase no grupo irradiado com LED. No respectivo estudo, em nenhum grupo houve melhora do desempenho muscular e dos níveis de lactato (Leal Junior *et al.*, 2009). Os mecanismos bioquímicos subjacentes à fotobiomodulação envolvem a ativação da enzima citocromo c oxidase, promovendo aumento da fosforilação oxidativa e liberação de óxido nítrico (NO), conforme descrito na literatura especializada sobre o tema (Hamblin, 2016).

Leal Junior *et al.*, 2009, em outro estudo, ao investigar os efeitos nos marcadores bioquímicos de recuperação muscular após exercício de alta intensidade em 20 homens saudáveis, com idade entre 18 e 25 anos, utilizando TFBM infravermelho com 4 J em

cada ponto, aplicando em 5 pontos (jogadores de vôlei) e 3 J em cada ponto, aplicando 5 pontos (jogadores de futebol) em cada coxa sobre o Reto Femoral, empregando respectivamente 20 J e 15 J. Identificou-se melhora dos níveis de creatina quinase e de lactato nos grupos irradiados em relação ao placebo, entretanto não houve efeito sobre o rendimento muscular.

Leal Junior *et al.* (2010) desenvolveram um estudo onde foram avaliados os efeitos do Laser sobre o desempenho e fadiga muscular em 14 homens saudáveis de 18 a 25 anos, sob intervenção com comprimento de onda vermelho e dose de 2,4 J por ponto, no músculo Tibial Anterior, distribuídos em 5 pontos, totalizando 12 J. Verificou-se que o pico de torque foi maior após a aplicação do Laser, mas não houve efeitos sobre o índice de fadiga.

A TFBM é técnica que potencializa o rendimento físico quanto ao momento de aplicação, tendo sido utilizada de forma anterior, simultânea ou posterior ao exercício ativo. Quando empregada previamente ao exercício, tem demonstrado benefícios na excitação mitocondrial (otimização na síntese de ATP). Na aplicação durante ou após o exercício, sugere potencial para atuar na modulação de espécies reativas de oxigênio, além de exercer ações anti-inflamatórias e promoção do trofismo muscular, estimulando fatores de crescimento como VEGF, FGF e IGF-1 (Saygun *et al.*, 2008; Corazza *et al.*, 2013). O conceito de “janela terapêutica elevada” para músculos dos membros inferiores pode ser justificado pelo maior volume e demanda metabólica dessa região, que frequentemente absorvem doses mais altas em comparação com grupos musculares menores.s

Em complemento a tudo o que foi mencionado acerca da terapia fotônica, o treinamento resistido associada a LLLT, demonstra ter efeito mais positivo se comparado ao treinamento resistido sem a laserterapia em mulheres idosas. A melhora do desempenho muscular na avaliação isocinética abre uma janela clínica à associação do LLLT e treinamento resistido em idosos para prevenir a perda de força e potência muscular relacionada ao processo de envelhecimento. No entanto, necessita-se de cautela na interpretação e generalização dos dados. Os resultados podem ser limitados devido ao tamanho da área de irradiação, caso se restrinja apenas ao músculo reto femoral. Assim, o uso de cluster abrangendo uma área maior de irradiação (todos os músculos do grupo quadríceps femoral) poderia influenciar de forma mais positiva o metabolismo muscular aumentando a disponibilidade de energia (Toma, 2016).

2.3.3. Estudos combinados de EENM e TFBM

A terapia de fotobiomodulação (TFBM), aplicada com laser ou LED de baixa potência, exerce efeitos fotoquímicos sobre as mitocôndrias, favorecendo a produção de ATP, além de desencadear ações anti-inflamatórias, antioxidantes, analgésicas e regenerativas (Hamblin, 2016; Ferraresi *et al.*, 2016; Hamblin, 2016). Quando associada à estimulação elétrica neuromuscular (EENM), a TFBM pode potencializar as adaptações musculares, reduzir a fadiga induzida pela contração elétrica e otimizar a recuperação tecidual (Ferraresi *et al.*, 2015; Leal Junior *et al.*, 2019).

Um estudo investigou os efeitos da associação entre TFBM e treinamento de força em mulheres idosas. A TFBM foi aplicada no músculo Quadríceps Femoral (músculo alvo da intervenção), utilizando laser de baixa potência com comprimento de onda de 808 nm, potência de 100 mW e 7J de energia por ponto. O treinamento de força consistiu em exercícios de flexão-extensão de joelho realizados com 80% da carga máxima de uma repetição (1-RM), duas vezes por semana durante 8 semanas. A terapia associativa do presente estudo melhorou o rendimento físico das mulheres idosas (Toma *et al.*, 2016).

Melo *et al.* (2016) conduziram um ensaio clínico randomizado em idosos com osteoartrite de joelho, comparando três grupos: EENM isolada no músculo Quadríceps Femoral (80 Hz, pulso de 400 μ s, intensidade correspondente a 40 % do torque voluntário máximo, duração progressiva de 18–32 minutos, duas vezes por semana,), LLLT isolada (laser GaAlAs: 6 J/pontos em seis pontos na linha articular do joelho nas primeiras quatro semanas, reduzido para 4 J/ponto nas quatro semanas seguintes) e tratamento combinado (laser aplicado na linha articular do joelho antes da EENM), durante 8 semanas (total de 16 sessões). Todos os grupos apresentaram aumentos significativos na espessura muscular e no ângulo de penetração, mas apenas o grupo EENM isolado evidenciou ganho muscular maior. Já o grupo combinado exibiu sinergia em parâmetros estruturais e funcionais (Melo *et al.*, 2016).

Em uma análise comparativa dos estudos supracitados, observa-se que a utilização da estimulação elétrica neuromuscular (EENM) promove aumento da força isométrica e isocinética, espessura muscular, torque, equilíbrio postural, funcionalidade e redução da assimetria de força entre os membros. Por sua vez, a terapia de fotobiomodulação (TFBM) apresenta benefícios na melhora do torque, potência e trabalho do Quadríceps, manutenção da força de preensão manual e redução da fadiga muscular, além de efeitos anti-inflamatórios e regenerativos, ainda que com variações entre os protocolos dos

estudos. A TFBM associada ao exercício físico tem demonstrado efeitos na otimização do rendimento físico (Vanin et al., 2018) e de manutenção do volume muscular em ratas idosas (Corazza et al., 2013) por outro lado, as respostas em parâmetros estruturais como hipertrofia muscular, espessura e ângulo de penetração, além de ganhos isolados de força ainda são atribuídos à EENM (Jandova *et al.*, 2020; Bondi *et al.*, 2021; Maffiuletti *et al.*, 2018; Tomazoni *et al.*, 2019).

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo Geral

Analisar se a TFBM potencializa e suplementa as respostas terapêuticas da Estimulação Elétrica Neuromuscular (EENM) na estabilidade corpórea, capacidade funcional e qualidade de vida de pessoas idosas submetidas a um programa de quatro semanas de intervenção aplicada nos músculos quadríceps femorais e gastrocnêmios bilateralmente.

3.2. Objetivos Específicos

- Analisar a estabilidade corpórea por meio do comportamento do Centro de Pressão (CoP) diante da redução da área de oscilação elíptica, amplitudes de oscilações e velocidades de oscilações látero-mediais e anteroposterior com olhos abertos e fechados;
- Identificar se a TFBM por meio da Matriz de Lasers e LEDs associadas simultaneamente à EENM promovem a suplementação do recrutamento e fortalecimento muscular, por meio da observação dos domínios da capacidade funcional, aspectos físicos, dor, estado geral de saúde e vitalidade do SF-36.
- Analisar as respostas terapêuticas da inovação tecnológicas da matriz de Laser e LED com a energia irradiada (125,1 J) e comprimento de onda infravermelho desenvolvida para o presente estudo.
- Estudar os efeitos terapêuticos dos programas de treinamento com a EENM, na evolução semanal nos tempos de contração e relaxamento, além do posicionamento dos eletrodos em cadeia cruzada dos grupos musculares anterior da coxa e posterior da perna.

4. METODOLOGIA

Este é um estudo longitudinal com ensaio clínico randomizado, duplo-cego e controlado por placebo.

4.1. Participantes

Mediante convite, 124 mulheres idosas atendidas no Serviço de Convivência e Fortalecimento de Vínculos (S.C.F.V) Tia Nega de Três Lagoas/MS, integraram voluntariamente a amostra total. Compareceram para avaliação física inicial 49 participantes, e a partir dos critérios de inclusão e exclusão, permaneceram 30 integrantes para compor o estudo. Portanto, houve a distribuição aleatória em dois grupos: EENM associado a TFBM Ativa (n=15) e o grupo EENM associado à TFBM Placebo (n=15). Ao longo do estudo, por motivos pessoais, houve a desistência de uma participante de cada grupo, permanecendo 14 idosas em ambos (Figura 1). A amostra final foi composta por 28 mulheres, com as características individuais e corpóreas descritas na Tabela 1, mensuradas em um Analisador Multifrequência de Bioimpedância Octopolar (InBody® 120, Seoul, Korea) e Estadiômetro (Modelo Personal Caprice, Sanny®, São Paulo, Brasil).

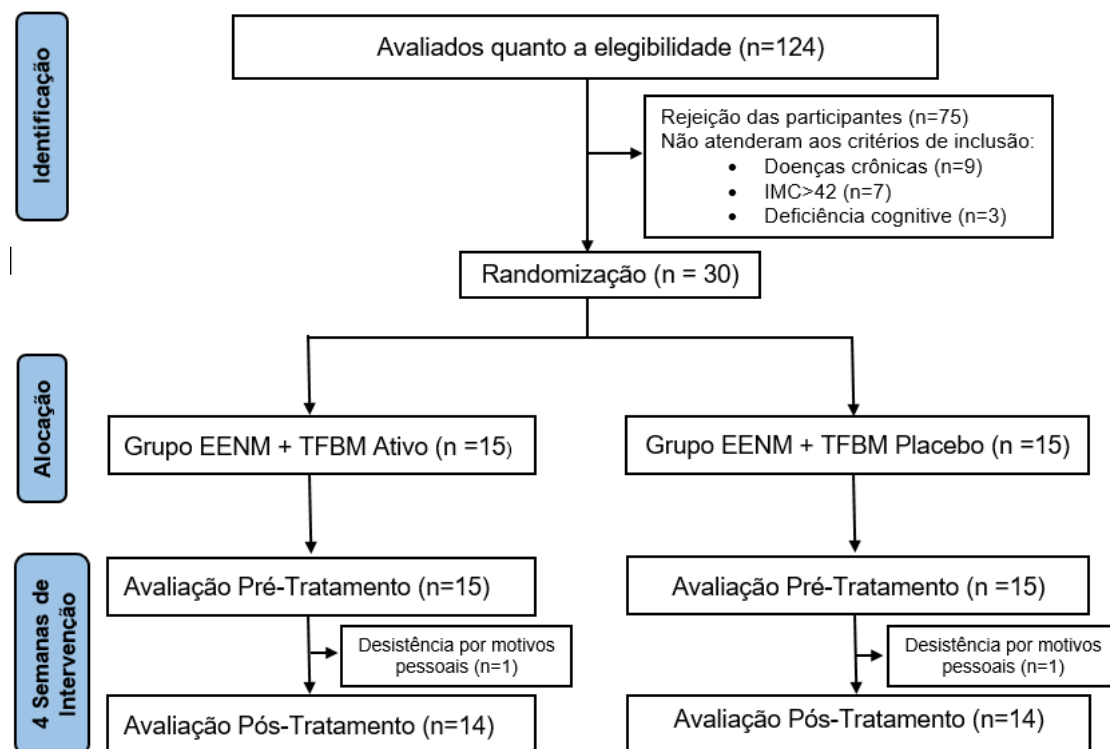
A distribuição aleatória das 30 participantes foi realizada por meio de sorteio randomizado, que determinava se receberiam TFBM Ativo ou TFBM Placebo. O código de randomização foi entregue ao pesquisador-terapeuta, que configurou a unidade de controle para aplicar as respectivas terapias em cada grupo, portanto, nem as integrantes e nem o pesquisador-terapeuta foram informados quanto ao tipo de tratamento administrado, garantindo o cegamento de ambos. Os critérios de inclusão consideraram idosas que indicassem cognição normal e a presença da diminuição da massa e força muscular, característica da idade, além de uma fase estável de saúde, sem alterações na terapêutica médica nas semanas antecedentes ao estudo. Os critérios de exclusão foram pessoas do sexo masculino, idade inferior a 60 anos, presença de lesões musculoesqueléticas, déficit cognitivo, doença crônicas como: hipertensão, diabetes descontroladas, neoplasias e doenças renais.

Para o cálculo amostral foi utilizado o software G*Power, versão 3.1.9.2. Foram considerados as bases de um ensaio anterior que explorou o efeito da terapia de fotobiomodulação associada ao treinamento resistido em idosos, utilizando-se portanto, os dados médios de dois grupos para a variação percentual do torque isométrico no

músculo Quadríceps (grupo placebo = 6,70; grupo fotobiomodulação aplicada = 6,22). O número de indivíduos foi determinado seguindo um poder estatístico de 0,80, nível de significância de 0,05 e tamanho do efeito (TE) baseado no risco relativo de aumento do pico de torque isométrico (IPT; 0,49) em resposta positiva da TFBM Ativa em relação ao seu placebo (Fritsch *et al.*, 2019). Consequentemente, um mínimo de 14 participantes foi determinado para detectar os efeitos da TFBM em comparação ao Placebo.

Para analisar as respostas eletrofototerapêuticas da EENM à TFBM, as participantes foram distribuídas aleatoriamente em dois grupos. O grupo 1 (n=14) foi composto por participantes tratadas por meio da EENM e TFBM Ativa, com energia de 125,1 J no músculo Quadríceps Femoral (QF) e 41,7 J no músculo Gastrocnêmico (Gt). No grupo 2 (n=14) foi composto por participantes submetidas a EENM (mesmo protocolo do grupo 1) e TFBM-Placebo, sendo o protocolo terapêutico placebo desenvolvido com uma matriz sem diodos de Laser e LED na região de contato com a pele, mas na face oposta, existia um LED amarelo, promovendo uma alusão sinalizadora que a matriz fotobiomoduladora estava em funcionamento, respeitando os mesmos tempos de aplicação da TFBM Ativa.

Figura 1: Diagrama de Fluxo das Participantes



IMC: Índice de Massa Corporal; EENM: Eletroestimulação Neuromuscular; TFBM: Terapia de Fotobiomodulação.

Fonte: próprio autor

Tabela 1- Características antropométricas dos grupos - Percentual de Gordura Corpórea; IMC: Índice de Massa Corporal

Características	EENM + TFBM Ativa	EENM + TFBM Placebo
Antropométricas	(n=14)	(n=14)
Idade (anos)	71,4 ± 5,2	71,1 ± 5,8
Massa Corporal (kg)	76,2 ± 11,3	75,4 ± 12,9
Estatura (cm)	156,1 ± 5,1	155,7 ± 5,3
Gordura Corporal (%)	42,9 ± 5,8	42,6 ± 6,0
Massa Muscular (kg)	23,4 ± 2,8	23,1 ± 3,0
IMC (kg/m ²)	31,2 ± 4,5	31,0 ± 4,7

Fonte: próprio autor

A presente pesquisa possui respaldo obtido pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (CAAE: 71042323.7.0000.0021) e todas as participantes realizaram consentimento, mediante assinatura de termo por escrito. Este estudo encontra-se registrado no Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos (ReBEC): U1111-1311-0859.

4.2. Parâmetros dos Recursos Terapêuticos

A corrente de estimulação elétrica neuromuscular (Neurodym 10 canais, Ibramed®, Amparo, Brasil) foi empregada com uma frequência portadora de 2500Hz e 50% de duração de pulso e frequência de 50 Hz. A relação em segundos (s) de tempo *on/off* (tempo ligado – contração muscular / tempo desligado – relaxamento muscular) foi de 6/18 s na primeira semana, evoluindo para 10/30 s na segunda semana, 12/30 s na terceira semana e 15/30 s na quarta semana. As rampas de subida e descida foram ajustadas em 1s em todas as semanas (Tabela 2). As participantes foram submetidas às sessões de estimulação elétrica neuromuscular, uma vez ao dia, por 20 minutos, com intervalo mínimo de 48 horas a cada sessão, três vezes por semana durante 4 semanas, totalizando 12 sessões (Jandova *et al*, 2020).

Para a EENM, quatro pares de eletrodos autoadesivos de hidrogel (ValuTrove® VTX 50100, Axelgaard), com dimensões de 9 cm de comprimento por 5 cm de largura foram posicionados sobre o QF e Gt das participantes dos membros inferiores direito e esquerdo. No QF, o eletrodo proximal foi inserido a 10 cm abaixo da Espinha Ilíaca ântero-superior, na emergência do nervo femoral, enquanto o distal foi disposto

sobre o músculo vasto medial oblíquo e reto femoral, 5 cm acima do bordo superior da patela, o seu posicionamento foi confirmado pela localização do ponto motor de cada músculo do QF. Este posicionamento tem-se mostrado o mais eficiente para provocar uma contração uniforme dessa musculatura, com o mínimo desconforto (Moraes *et al* 2004).

Tabela 2 – Relação do Tempo de Contração e Repouso nas semanas de tratamento com a EENM.

Semana	Tempo (min)	Tempo de contração – repouso (s)	Tempo total de contração (s)	Número de contrações
1	20	6 – 18	300	50
2	20	10 – 30	300	30
3	20	12 – 30	336	28
4	20	15 – 30	390	26

Fonte: Autores

Para a eleição dos pontos motores no QF e Gt foi utilizada a técnica de palma da mão. No QF, a primeira região escolhida inicialmente foi o músculo reto femoral (RF), em seguida o músculo Vasto Lateral (VL) e depois Vasto Medial (VM). Com a participante posicionada na cadeira extensora, um eletrodo foi fixado no músculo, enquanto o outro eletrodo foi colocado na palma da mão do pesquisador. A localização do ponto motor foi otimizada por meio de consulta a um mapa de ponto motor (Kahn, 2001).

A aplicação da eletroestimulação foi com corrente russa modulada em baixa intensidade (10 a 20 mA). Para o sucesso do procedimento, o pesquisador flexionou a extremidades do dedo indicador em contato direto com o músculo da participante. Na sequência, quando ele sentia um pequeno formigamento de maior intensidade nas pontas dos dedos, localizava o ponto motor. Isso ocorre devido à passagem de corrente elétrica entre a extremidade do dedo e a coxa da participante. Da mesma forma, porém agora invertendo os eletrodos, na outra extremidade do músculo, onde localizava-se o eletrodo fixo, o pesquisador repetia todo o procedimento para encontrar o segundo ponto motor. Esse procedimento possibilita a localização dos pontos motores (os pontos de menor impedância) no QF e Gt, sem que ocorra desconforto para a participante e para o pesquisador, e conquiste a melhor resposta de contração muscular com a EENM. (Teodoro, 2018).

Figura 2: Matrizes de Lasers e LEDs da Coxa e Perna



Fonte: Imagem própria do autor

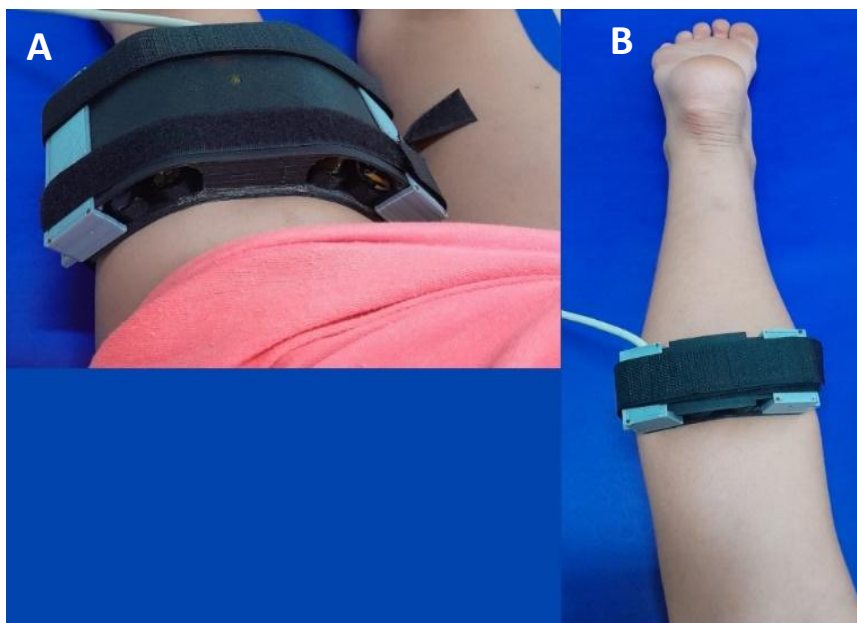
Na TFBM, as doses de 125.1 Joules (53 segundos) e 41,7 J (80 segundos), foram aplicadas respectivamente nos QFs e Gts, com uma Matriz de Laser e LED (Figura 2). Esses equipamentos foram posicionados centralmente nas coxas (Figura 3A) direita e esquerda, a partir da distância média do músculo Reto Femoral (metade da distância entre a espinha ilíaca anteroinferior e polo superior da patela), ocupando uma área de 168 cm² em cada coxa das participantes. Nos Gts foi posicionado no ponto médio do ventre muscular desse músculo (Figura 3B), entre os eletrodos da EENM, ocupando uma área de 36 cm².

A Matriz de Laser e LED para a FBM é um protótipo de inovação tecnológica, desenvolvida para o presente estudo pelo Laboratório de Instrumentação e Engenharia Biomédica (LIEB) da Universidade Estadual Paulista (UNESP) e Laboratório de Movimento e Tecnologias Médicas (LAMOTEM) da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), cujos parâmetros estão especificados na Tabela 3. A potência do equipamento foi mensurada por meio de um Medidor de Potência e Energia Vega com Sensor PD300-3W3V (Ophir Optonics Solutions®, Israel), antes e no final de cada semana do estudo.

A irradiação foi realizada em modo de contato direto, com uma Matriz de TFBM mantida estacionária e aplicada com leve pressão em um ângulo de 90° em relação à pele, nos pontos de tratamento. Durante essas aplicações, as participantes utilizaram óculos (barreira do espectro eletromagnético infravermelho) para proteção da retina, em ambos os grupos.

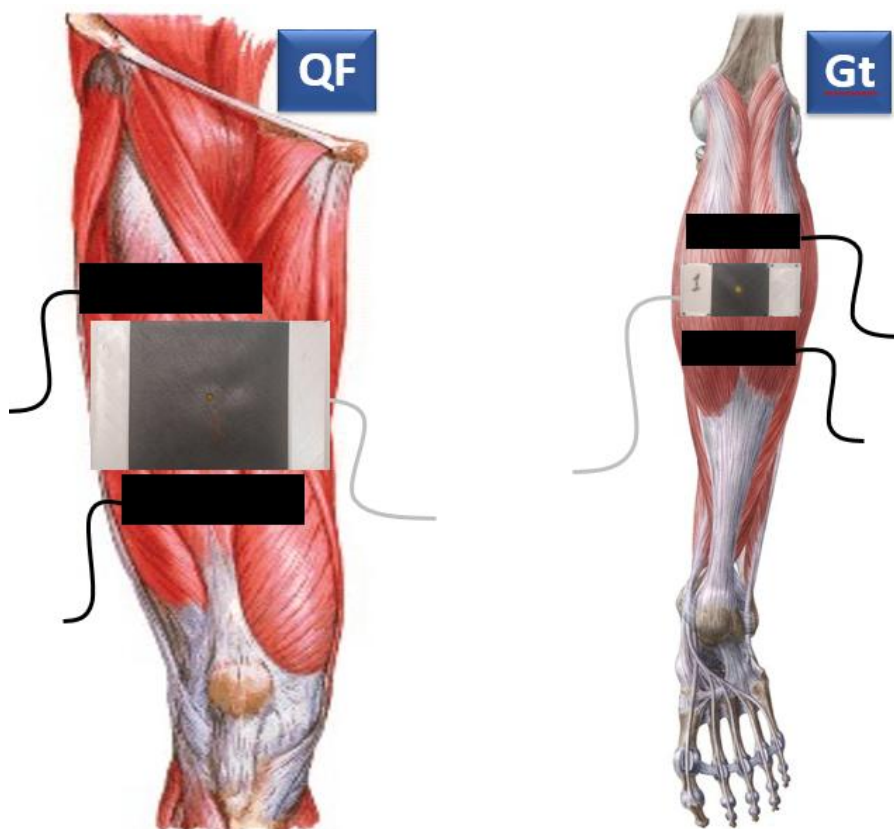
A TFBM foi associada após 10 minutos de aplicação da EENM (Figura 4), uma vez que o tempo total da eletroestimulação foi de 20 minutos.

Figura 3: Matriz de TFBM posicionada na participante. A) Músculo Quadríceps Femoral. B) Músculo Gastrocnêmio.



Fonte: Imagem própria do autor

Figura 4: Posicionamento dos Eletrodos e da Matriz de Laser/LED no QF e Gt na Associação Simultânea.



Fonte: Imagem própria do autor

Tabela 3 -Parâmetros da Matriz de Laser e Led

Parâmetros da Matriz de Laser e LED	
Números de Diodos:	Matriz Quadríceps Femoral (MQF): • 40 Diodos (24 LEDs e 16 Lasers) Matriz Gastrocnêmio (MGt): • 8 Diodos (4 LEDs e 4 Lasers)
Comprimento de Onda:	850 ± 20 nm (LED) e 808 ± 4 nm (Laser)
Frequência:	Modo contínuo
Potência de Saída Óptica:	100 mW (Laser) e 30 mW (LED), totalizando 2320 mW (MQF) e 520 mW (MGt).
Área do LED:	0,2 cm ²
Área do Feixe de Luz Laser:	0,016 cm ²
Dimensões Externas da Matriz:	MQF:16 x 10,5 cm (Área de 168 cm ²)
Dimensões da Área Ativa da Matriz:	MGt: 9 x 4 cm (Área de 36 cm ²)
	MQF: 14,5 x 8,5 cm (Área de 123,25 cm ²)
Distâncias entre diodos	MGt: 6 x 2 cm ² (Área de 12 cm ²) 2 cm de centro a centro (hot point)
Densidade de Potência da Matriz:	MQF:103,6 W/cm ² (6,25 W/cm ² para cada Laser e 0,15 W/cm ² para cada LED).
Número de Irradiação local por grupo muscular:	MGt: 25,6 W/cm ²
	1 ponto com a matriz posicionada centralmente, no ponto médio do músculo reto femoral e do músculo gastrocnêmio (Gt).
Energia Aplicada no músculo:	125,1 J no QF; e 41,7 J no Gt
Tempo de Tratamento por local:	54 s no QF (125,1 J); e 80 s no Gt (41,7 J)
Densidade de Energia na matriz:	5,594,4 J/cm ² (337,5 J/cm ² para cada Laser e 8,1 J/cm ² para cada LED com tempo de 54 s no QF) ; 2048 J/cm ² (2000 J/cm ² para cada Laser e 48 J/cm ² para cada LED em 80 s no Gt).
Modo de aplicação:	Matrizes mantidas estacionário na pele com leve pressão em um ângulo de 90°.

Fonte: próprio autor

4.3. Estudo da Qualidade de Vida

O SF-36 Medical Outcome Study - Short Form health Survey (SF-36) é um instrumento genérico, composto de 11 perguntas contendo 36 itens divididos em oito domínios: capacidade funcional (10 itens), aspectos físicos (4 itens), dor (2 itens), estado geral de saúde (5 itens), vitalidade (4 itens), aspectos sociais (2 itens), aspectos

emocionais (3 itens) e saúde mental (5 itens), dimensões essas que representam valores humanos básicos relevantes na avaliação comparativa entre as condições de saúde atual e as de um ano atrás que correspondem às primeiras questões do instrumento. (Ciconelli, 2003).

O questionário é um instrumento que transforma as medidas subjetivas em dados objetivos, para assim serem analisados e quantificados de diversas formas. Apresenta um escore de 0 a 100, onde zero corresponde ao pior estado geral de saúde e 100 ao melhor estado de saúde, sendo analisada cada dimensão separada. Deste modo, o SF-36 permite avaliar tanto aspectos negativos como os positivos da saúde de cada participante. O SF-36 original está disponível em licença de domínio público livre da RAND Corporation ("Research ANd Development").

O SF-36 foi aplicado individualmente por dois avaliadores independentes, no LAMOTEM, após explicação sobre as suas metas e objetivos. Cada participante foi acomodada em sala reservada e livre de influência. O questionário foi aplicado no primeiro dia antes da intervenção terapêutica e após 30 dias no final da terapia.

4.4. Baropodometria

Cada participante foi instruída a permanecer descalça, em posição ortostática e confortável sobre a plataforma baropodométrica (HS Technology®, Baroscan®, Londrina, Brasil), durante todo o procedimento (Figura 5). Inicialmente, foi solicitado a permanecer com os braços paralelos e estendidos ao longo do corpo e fixasse o olhar em um alvo fixo (esfera de isopor vermelha fixada na parede com fita dupla face) posicionado a uma distância de 1,5 metros, à altura dos olhos da participante. A permanência da postura corpórea com olhos abertos foi mantida por 45 s. Ainda sobre o equipamento, porém com os olhos fechados, durante mais 45 s, sendo-lhe solicitado que mantivesse o olhar previamente fixado antes de fechar os olhos.

As análises estabilométricas mensuraram o comportamento do Centro de Pressão (CoP) por meio da Área Elíptica de Deslocamento do Centro de Pressão (cm²); Amplitudes de Oscilações (cm) e Velocidades dos Deslocamentos (cm/s) Anteroposterior e Médio-Lateral. O teste foi realizado três vezes, com descanso de 2 minutos entre cada aplicação. A análise foi realizada em dois momentos, sendo três dias antes e após 24 horas da última intervenção eletrofototerapêuticas.

Figura 5: Participante posicionada no Baropodômetro.



Fonte: Imagem própria do autor

4.5. Teste Time Up and Go

O Teste *Time Up and Go* é amplamente utilizado em estudos e tem como finalidade analisar a mobilidade do idoso e pode ser associado à força muscular. Dessa forma, esse estudo utilizou o teste proposto por Podsiadlo e Richardson (1991) e validado por Bischoff *et al* (2003), onde as pacientes foram orientadas a se levantar de uma cadeira (sem o auxílio das mãos), andar 3 metros, de forma em que se sentissem seguras e confortáveis, o mais rápido possível; virar e voltar para sentar-se novamente. Assim, a cronometragem do tempo se iniciou mediante comando e finalizou no momento em que a pessoa voltou a sentar com suas costas devidamente apoiadas na cadeira.

Logo, a fim de avaliar as participantes em relação ao tempo despendido, os seguintes parâmetros ou referenciais foram considerados: normal, para adultos saudáveis - o tempo de realização em 10 segundos; os valores temporais entre 11-20 segundos para idosas frágeis ou com deficiência e, acima de 20 segundos para as participantes que apresentavam déficit importante da mobilidade física e risco de quedas. O teste foi realizado 3 vezes, estabeleceu-se, portanto, entre tais repetições, o tempo mais rápido de execução do trajeto.

4.6. Teste de Velocidade da Marcha

A velocidade de marcha foi avaliada dentro de uma distância de 10 metros, seguindo os critérios propostos por Ahmed *et al* (2003). O teste foi realizado em um corredor com 14 metros, onde foram desconsiderados os dois metros iniciais e finais. Cada participante foi orientado a deambular três vezes, com descanso de 20 segundos

entre cada mensuração. O tempo necessário para percorrer toda essa extensão foi registrado a partir do uso de um cronômetro digital, dessa forma foi calculada a média dos três resultados obtidos. Posteriormente, foi calculada a velocidade de marcha (m/s) de cada participante, para identificação de risco de desenvolvimento da sarcopenia, segundo parâmetro adotado pela EWGSOP (European Working Group on Sarcopenia in Older People). O registro de velocidade menor que 0,8 m/s foi considerado como baixo rendimento muscular (Lee *et al*, 2013).

4.7. Análise Estatística

A análise estatística foi realizada com o software estatístico IBM SPSS na versão 21 para Windows (IBM, New York, USA). O estudo da normalidade dos dados foi realizado pelo teste Kolmogorov-Smirnov. Os dados paramétricos foram expressos por média e desvio padrão. Os resultados não paramétricos foram expressos por mediana e intervalos interquartis. Na comparação dos dados normalizados pelo Percentual de Variação entre pré e pós-tratamento dos elementos estabilométricos (Área de deslocamento; Amplitudes de Oscilações e Velocidades) entre os grupos (EENM-TFBM Ativa x EENM-TFBM Placebo), com olhos abertos ou fechados, foram utilizados o Teste t Student independente (dados paramétricos) e Teste de Mann-Whitney (dados não-paramétricos).

As informações brutas dos domínios do questionário de qualidade de vida SF-36 no mesmo grupo entre pré e pós-tratamento foram comparadas pelo Teste t Pareado (dados paramétricos) e o Teste de Wilcoxon (dados não paramétricos) com a análise no mesmo grupo.

A análise dos domínios do SF-36 por meio dos resultados normalizados pelo Percentual de Variação entre pré e pós-tratamento dos dois grupos do estudo foram realizados pelo Teste t Student independente (dados paramétricos) e Teste de Mann-Whitney (dados não-paramétricos).

Nas análises comparativas do Teste de Velocidade da Marcha e do TUG entre os dois grupos (EENM + TFBM Ativa e EENM + TFBM Placebo), os dados foram normalizados por meio do Percentual de Variação entre pré e pós-tratamento, sendo realizado o Teste t Student Independente. No estudo entre o pré e pós-tratamento das velocidades e tempos do TUG de cada grupo, foi realizado o Teste t Student pareado (dados paramétricos) e Teste de Wilcoxon (dados não-paramétricos). Todas as comparações estatísticas foram realizadas utilizando um nível de significância fixado em 5% ($p < 0,05$).

5. RESULTADOS

5.1. Análise da Qualidade de Vida – Questionário SF-36

Na análise do questionário de Qualidade de Vida SF-36 aplicado antes e depois da intervenção eletrofototerapêutica, foi possível observar que houve melhora subjetiva das participantes em diferentes domínios, mediante as pontuações verificadas entre o pré e pós-tratamento.

A intervenção terapêutica do grupo EENM e TFBM Ativa, demonstrou aumento significativo da pontuação entre o pós e pré-tratamento, em quase todos os domínios do Questionário SF-36, desde a Capacidade Funcional (CF), Limitação por aspectos físicos (LAF), Dor, Estado geral de saúde (EGS), Vitalidade (V), Aspectos Sociais (AS), com exceção da Saúde Mental (SM) e Limitação por Aspectos Emocionais (LAE) (Tabela 4).

Tabela 4. Análise entre o Pré e Pós-Tratamento com a Eletrofotobiomodulação no Questionário de Qualidade de Vida SF-36.

Domínios do SF-36 (0 a 100 pontos)		Grupo EENM-FBM			Grupo EENM-FBM Placebo		
		Média	DP	Mediana	Média	DP	Mediana
Capacidade Funcional	<u>Pré-tto</u>	63,21	23,58	70,00	55,00	30,19	55,00
	<u>Pós-tto</u>	72,50*	15,66	75,00	66,79	24,54	72,50
<i>Comparação entre Pré e Pós-tratamento</i>		t = -2,842, p<0,01			t = -2,031, p>0,05		
Limitação por Aspectos Físicos	<u>Pré-tto</u>	64,29	41,27	87,50	58,93	45,58	75,00
	<u>Pós-tto</u>	85,71	30,56	100,00*	78,57	35,16	100,00
<i>Comparação entre Pré e Pós-tratamento</i>		Z = - 2,041, p<0,05			Z = - 1,491 p>0,05		
Dor	<u>Pré-tto</u>	61,14	12,21	61,00	73,86	19,58	66,50
	<u>Pós-tto</u>	78,14*	18,61	72,00	83,36	16,52	84,00*
<i>Comparação entre Pré e Pós-tratamento</i>		Z = - 2,812, p<0,005			Z = - 2,047 p<0,05		
Estado Geral de Saúde	<u>Pré-tto</u>	54,57	14,66	54,50	55,86	19,91	57,00
	<u>Pós-tto</u>	76,21*	13,21	77,00	81,00	19,06	87,00*
<i>Comparação entre Pré e Pós-tratamento</i>		t = -6,700, p<0,001			Z = - 2,047 p<0,05		
Vitalidade	<u>Pré-tto</u>	53,50	13,51	55	65,00	14,54	65,00
	<u>Pós-tto</u>	66,79*	11,37	70	76,79	12,95	80,00*
<i>Comparação entre Pré e Pós-tratamento</i>		t = -4,485, p<0,001			Z = - 2,029 p<0,05		
Aspectos Sociais	<u>Pré-tto</u>	62,64	32,32	62,00	76,79	26,45	81,50
	<u>Pós-tto</u>	78,64	22,19	88,00*	94,86	6,16	100,00*
<i>Comparação entre Pré e Pós-tratamento</i>		Z = - 2,113, p<0,05			Z = - 2,386 p<0,05		
Limitação por Aspectos Emocionais	<u>Pré-tto</u>	54,93	44,31	50,00	71,64	42,72	100,00
	<u>Pós-tto</u>	71,43	38,96	100*	92,93	14,05	100,00
<i>Comparação entre Pré e Pós-tratamento</i>		Z = - 0,892, p>0,05			Z = - 1,897, p>0,05		
Saúde Mental	<u>Pré-tto</u>	62,57	23,62	58,00	78,29	15,90	80,00
	<u>Pós-tto</u>	70,57	20,19	76,00*	87,14*	9,82	88,00
<i>Comparação entre Pré e Pós-tratamento</i>		Z = - 0,892, p>0,05			t = -3,108, p<0,05		

Pré-tto: Pré-tratamento; Pós-tto: Pós-tratamento; * diferença significativa em relação ao valor antes do tratamento (p<0,05).

Nas participantes em que foi administrada a EENM e TFBM Placebo, considerando o pré e pós tratamento, observou-se resultados positivos nos domínios da Dor, Estado geral de saúde (EGS), Vitalidade (V), Aspectos Sociais (AS) e Saúde Mental (SM). Nos domínios da Capacidade Funcional (CF), Limitação por aspectos físicos

(LAF), Limitação por Aspectos Emocionais (LAE) não houve diferença entre EENM e TFBM Ativa entre as avaliações inicial e final (Tabela 4).

5.2. Estabilometria

A EENM associada simultaneamente à TFBM nos músculos quadríceps femorais e gastrocnêmios das participantes em postura ortostática estática com olhos abertos e visão fixa em um ponto determinado, demonstraram a redução significativa no percentual de variação entre pré e pós-tratamento da área elíptica do centro de pressão do corpo em relação a utilização isolada da EENM ($U=47000$; $p<0,05$), e os mesmos resultados foram verificados com a velocidade de oscilação anteroposterior (AP) do centro de pressão do corpo ($U=38000$; $p<0,01$) (Tabela 5).

Tabela 5 - Análise Estabilométrica por Baropodometria com Olhos Abertos e Fechados

		Grupo EENM-FBM			Grupo EENM-FBM Placebo			Comparação entre Grupos
		$\bar{x}$	DP	Mediana	$\bar{x}$	DP	Mediana	
Olhos Abertos	% Delta da Amplitude de Oscilação LM (cm)	285,67	670,87	33,84	353,36	1142,78	72,61	$U=95,000$; $p>0,05$
	% Delta da Velocidade de Oscilação LM (cm/s)	12,97	56,37	-5,28	19,23	75,42	9,03	$U=85,500$; $p>0,05$
	% Delta da Amplitude de Oscilação AP (cm)	24,31	115,85	-17,10	38,46	154,85	-6,23	$U=96,000$; $p>0,05$
	% Delta da Velocidade de Oscilação AP (cm/s)	-478,57	28,73	-35,55*	15,05	55,49	17,99	$U=38,000$; $p<0,05$
	% Delta da Área de deslocamento do COP (cm ²)	-24,24	108,96	-54,87*	2098,91	7560,83	54,31	$U=47,000$; $p<0,05$
Olhos Fechados	% Delta da Amplitude de Oscilação LM (cm)	-6,63	161,40	-56,17	189,24	1060,29	98,36	$U=65,000$; $p>0,05$
	% Delta da Velocidade de Oscilação LM (cm/s)	-8,90	25,67	-10,60	6,21	36,43	2,92	$t=1,269$; $p>0,05$
	% Delta da Amplitude de Oscilação AP (cm)	-29,07	43,87	-37,92	30,41	126,23	-4,24	$U=67,000$; $p>0,05$
	% Delta da Velocidade de Oscilação AP (cm/s)	-19,28*	19,53	-18,56	1,79	22,40	1,28	$t=2,974$; $p<0,05$
	% Delta da Área de deslocamento do COP (cm ²)	-10,90	155,87	-64,44*	1556,42	5065,83	18,46	$U=50,000$; $p<0,05$

Grupo EENM-TFBM: grupo de Eletroestimulação neuromuscular associado simultaneamente a Fotobiomodulação Ativa. Grupo EENM-TFBM Placebo: grupo de Eletroestimulação neuromuscular associado simultaneamente a Fotobiomodulação sem funcionamento dos diodos. $\bar{x}$: média; DP: desvio padrão; * diferença significativa em relação ao valor do percentual de redução da variação entre pré e pós-tratamento ($p<0,05$).

No estudo foi possível observar resposta similar das participantes em posição estática e olhos fechados, com a redução percentual da variação entre pré e pós-tratamento da área elíptica do Centro de Pressão do corpo ($U=50000$; $p<0,05$) e a redução percentual de variação entre pré e pós-tratamento da Velocidade Anteroposterior do Centro de Pressão do corpo ($t(26)=2,974$; $p<0,05$) do grupo EENM associado a TFBM-Ativa em relação ao grupo EENM associado a TFBM-Placebo (Tabela 5).

Na análise estabilométrica das participantes do grupo EENM-TFBM Ativo e grupo EENM – TFBM Placebo, não houve diferenças significantes nos percentuais de variação entre pré e pós-tratamento nas amplitudes de oscilações látero-mediais e anteroposterior, além da velocidade de oscilação látero-medial com olhos abertos e olhos fechados na posição ortostática estática (Tabela 5). Esses dados demonstram que o programa de fortalecimento de 4 semanas, com EENM associada simultaneamente à TFBM em 12 sessões pode contribuir para o controle da estabilidade corpórea ao fortalecer cadeias musculares cruzadas dos membros inferiores em relação ao uso isolado da EENM nos músculos quadríceps femoral e gastrocnêmio.

5.3. Teste “Time Up and Go”

O percentual da variação do tempo (Δt %) na realização do Teste *Timed Up and Go* (TUG) no grupo NMES associado a TFBM Ativa ($M = -18,64$, $DP=15,421$) apresentou redução significativa em relação ao grupo NMES com TFBM Placebo ($M = -7,44$, $DP=12,386$) ($t(-2,119) = 0,026$, $p<0,05$). O tempo de execução no TUG, demonstrou redução significativa no Pós-tratamento em relação ao Pré-Tratamento nos grupos tratados com EENM associada TFBM-Ativo ($Z = -2,919$; $p<0,004$) e com NMES associado a TFBM-Placebo ($Z = -2,040$; $p<0,041$) (Tabela 6).

Tabela 6. Análise do Teste “Time Up and Go”

	<i>Tempo Pré- Terapia (s)</i>	<i>Tempo Pós- Terapia (s)</i>	<i>Variação percentual do Tempo no Teste Time Up-Go (Δt %)</i>
Grupos de Terapia	$\bar{x}$ (DP)	$\bar{x}$ (DP)	$\bar{x}$ (DP)
EENM e TFBM Ativo	9,00 (3,01)	7,09 (1,92)*	-18,64 (15,421)*
	$Z = -2,919$; $p<0,004$		
EENM e TFBM Placebo	8,23 (2,40)	7,44 (1,54)*	-7,44 (12,386)
	$Z = -2,040$; $p<0,041$		$t(-2,119) = 0,026$, $p<0,05$

5.4. Teste de Velocidade da Marcha

Em média, o percentual da variação da Velocidade da Marcha (ΔV %) no grupo NMES associado à TFBM Ativa ($M = 14,5667$, $EP=12,35134$) não apresentou diferença significativa do grupo NMES associado à TFBM Placebo ($M = 14,4457$, $EP=11,18027$), $t(13) = 0,026$, $p>0,05$. No grupo NMES+TFBM-Ativo a velocidade apresentou elevação

significante no Pós-tratamento ($1,95 \pm 0,35$ m/s) em relação ao Pré-Tratamento ($1,72 \pm 0,37$ m/s) ($t(13) = -4,430$; $p < 0,001$). No grupo NMES+TFBM-Placebo a velocidade da Marcha demonstrou elevação significativa no Pós-tratamento ($1,85 \pm 0,37$ m/s) em relação ao Pré-Tratamento ($1,63 \pm 0,37$ m/s) ($Z = -3,2344$; $p < 0,001$) (Tabela 7).

Tabela 7. Análise do Teste de Velocidade da Marcha

	<i>Velocidade Pré- Terapia (m/s)</i>	<i>Velocidade Pós- Terapia (m/s)</i>	<i>Variação percentual da Velocidade da Marcha (ΔV %)</i>
Grupos de Terapia	$\bar{x}$ (DP)	$\bar{x}$ (DP)	$\bar{x}$ (DP)
EENM e TFBM Ativo	1,72 (0,37)	1,95 (0,35)*	14,57 (12,35)
	$t(13) = -4,430$; $p < 0,001$		
EENM e TFBM Placebo	1,63 (0,37)	1,85 (0,37)*	14,45 (11,18)
	$Z = -3,2344$; $p < 0,001$		$t(13) = 0,026$, $p > 0,05$

6. DISCUSSÃO

Os resultados do presente estudo demonstram benefícios relevantes na potencialização e suplementação da Terapia de Fotobiomodulação (TFBM) ao associar simultaneamente com a Eletroestimulação Neuromuscular (EENM) no fortalecimento da cadeia muscular cruzada anteroposterior, nos músculos quadríceps femoral e gastrocnêmios, para a otimização da Qualidade de Vida e Capacidade Funcional em mulheres idosas.

Mediante revisão de literatura, o presente estudo é o primeiro a investigar as respostas terapêuticas da EENM no fortalecimento simultâneo do QF e Gt associados à TFBM com matriz de Laser e LED no comprimento de onda infravermelho, com dose de 125,1 J em pessoas idosas, público este que frequentemente apresenta redução da força e massa muscular devido ao envelhecimento (Jandova *et al.*, 2020).

É possível observar com a presente pesquisa, que a intervenção combinada de EENM+TFBM Ativa promoveu melhora significativa da Qualidade de Vida das idosas em quase todos os domínios do SF-36, desde a Capacidade Funcional (CF), Limitação por Aspectos Físicos (LAF), Dor, Estado Geral de Saúde (EGS), Vitalidade (V) e Aspectos Sociais (psicossocial), com exceção nos domínios psicossociais de Saúde Mental e Limitação por Aspectos Emocionais. Já no grupo Placebo, a melhora restringiu-se sobretudo aos domínios da Dor, Estado geral de saúde (EGS), Vitalidade (V), Aspectos Sociais (AS) e Saúde Mental (SM).

Os resultados encontrados, sugerem que a combinação eletrofototerapêutica atuou de forma mais ampla, influenciando tanto desfechos físicos, quanto psicossociais, ao passo que os ganhos da EENM são compatíveis com efeitos não específicos, sem resposta na melhora da Limitação por Aspectos Físico e da Capacidade Funcional. Portanto, a intervenção fotobiomoduladora otimizou as respostas da EENM nas condições musculoesqueléticas das pessoas idosas do presente estudo, demonstrando efeitos positivos nas respostas da Qualidade de Vida analisadas por meio do SF-36.

Estudos como os de Leal Júnior *et al.* (2010) e Melo *et al.* (2016) demonstraram efeitos benéficos da TFBM em variáveis subjetivas, especialmente quando associada ao exercício físico. Em pacientes com dor miofascial de cervical a ombro, demonstrou melhora significativa nos domínios do SF-36 após irradiação com laser terapêutico em comparação ao seu controle, sinalizando que protocolos fototerapêuticos com doses adequadas, podem transpor a dor para domínios de qualidade de vida (Öz *et al.*, 2021).

Do mesmo modo, da Silva *et al.* (2018), em estudo clínico randomizado, duplo-cego e controlado, com mulheres portadoras de fibromialgia, mostrou que a TFBM isolada e TFBM associada ao exercício físico melhoraram desfechos de dor e na Qualidade de Vida pelo SF-36, com efeito maior para a associação. Esse resultado sustenta a noção de sinergia entre eletrofototerapia e estratégias ativas de reabilitação, semelhante ao observado nesta presente pesquisa.

Evidências com EENM reportam melhora na Qualidade de Vida avaliada pelo SF-36. Bruce-Brand *et al.* (2012) compararam grupos de treinamento resistido domiciliar, EENM domiciliar e controle (sem tratamento) em idosos com osteoartrite de joelho. No grupo EENM (50 Hz, 10s de contração e 50 s de relaxamento; durante 20 minutos, totalizando 200 s de contração) demonstrou melhora intragrupo do SF-36 (componente físico) após intervenção de 5 vezes por semana, durante 6 semanas, com desempenho funcional superior ao grupo controle, sugerindo que a EENM pode impactar tanto no desempenho quanto percepção de saúde física. Entretanto no presente estudo, o domínio da capacidade funcional não apresentou resposta diferente entre o pré e pós-tratamento no domínio da SF-36, sendo a amostra composta por idosos hígidos, diferente do estudo de Bruce-Brand *et al.* (2012) que são idosos com osteoartrose, evidenciando que quanto menor o substrato energético do paciente, maior será a resposta terapêutica (Nelson *et al.*, 2003).

As respostas positivas da Qualidade de Vida na associação simultânea da EENM e TFBM do presente estudo são justificadas pela modulação das variáveis estabilométricas obtidas na baropodometria e no teste TUG.

Na estabilometria, as participantes do presente estudo demonstraram redução significativa da área elíptica e da velocidade anteroposterior do CoP, tanto com olhos abertos quanto fechados. Esses achados sugerem uma melhora na eficiência do controle postural em situações com aferência visual preservada. De acordo com Prieto *et al.* (1996), a diminuição da velocidade de oscilação está diretamente relacionada à redução da demanda de ajustes corretivos pelo sistema de controle postural, indicando maior estabilidade. Embora sob tais condições, a manutenção da amplitude de oscilação nos eixos látero-medial (LM) e anteroposterior (AP) não tenha apresentado diferenças significantes entre os grupos, é possível que a intervenção atuou mais intensamente sobre a velocidade de oscilação AP e na área de deslocamento do CoP, variáveis consideradas mais sensíveis para identificar adaptações no equilíbrio de idosos (Carpenter *et al.*, 2010; Duarte & Freitas, 2010).

Nos testes de olhos fechados, a ausência de aferência visual promove sobrecarga em outros sistemas sensoriais (Lent, 2023). Esses resultados indicam que a associação da EENM e TFBM potencializou os mecanismos proprioceptivos e somatossensoriais podais, uma vez que a privação visual aumenta a dependência desses sistemas para manutenção do equilíbrio (Horak, 2006; Shumway-Cook & Woollacott, 2017).

O efeito positivo sobre o controle postural pode ser explicado pela ação sinérgica das tecnologias da EENM associada a TFBM. A EENM atuou no recrutamento das fibras musculares de forma artificial e repetitiva, promovendo aumento da força e da resistência muscular (Maffiuletti *et al.*, 2010), pois ao induzir contrações musculares regulares, pode ter favorecido a reeducação postural e o recrutamento de unidades motoras. Esses dados sugerem que a intervenção contribuiu para o fortalecimento das cadeias musculares dos membros inferiores envolvidas na manutenção da postura e controle do equilíbrio, fatores essenciais na prevenção de quedas em idosas. Tais achados estão em consonância com os resultados descritos por Lafond *et al.* (2004) e Winter (2009), que destacam a importância da interação entre os sistemas proprioceptivo e motor na modulação do CoP.

É importante destacar que embora não foram observadas diferenças consistentes em todos os parâmetros avaliados na estabilometria, como na amplitude e velocidade de oscilação LM e amplitude de oscilação AP. Esses achados corroboram estudos prévios, visto que nem todas as variáveis estabilométricas respondem de forma uniforme às intervenções neuromusculares (Donath *et al.*, 2016; Bergamin *et al.*, 2014).

Nos testes funcionais, como no *Time Up and Go* (TUG), o grupo EENM + TFBM Ativa, demonstrou redução média de 18,64% no tempo de execução do teste, apontando para ganhos substanciais de mobilidade, equilíbrio dinâmico e funcionalidade, valores superiores aos reportados por Jang & Park (2021) e Langeard *et al.* (2017), que utilizaram protocolos similares de EENM isolada. Isso pode estar relacionado à ação sinérgica entre a ativação muscular promovida pela EENM e na modulação mitocondrial, redução de estresse oxidativo e estímulo à regeneração tecidual por meio da TFBM (Hamblin, 2016; Toma *et al.*, 2016).

A ativação conjunta do quadríceps e do tríceps sural favoreceu a estabilidade articular e postural, considerando que ambos os músculos são essenciais para o equilíbrio estático e dinâmico, além da otimização da propulsão durante a marcha. Embora a literatura priorize o estudo do quadríceps isoladamente, como em Jang & Park (2021), os achados deste estudo demonstram que a inclusão do gastrocnêmio amplia os efeitos

funcionais, fornecendo base de apoio mais eficiente, em conformidade com o que defendem Winter (2009) e Langeard *et al.* (2017).

Jówko *et al.* (2019) demonstraram que uma única sessão de EENM (80 Hz, 5s de contração e 15 s de relaxamento; número de 45 repetições; e intensidade no limite de tolerância do participante) isométrica extenuante do músculo quadríceps femoral em homens saudáveis e moderadamente ativos induziu estresse oxidativo, contribuindo para dano muscular e comprometimento da função muscular. O estudo analisou que a TFBM por Laser (830 nm, 200 mW, contínuo e 180 J no QF) previamente irradiada a EENM promoveu respostas positivas na produção de antioxidantes e modulação das células inflamatórias, entretanto não parece modular o dano muscular e a recuperação funcional após a EENM. Por outro lado, Corazza *et al.* (2013), demonstraram que a irradiação durante 12 semanas com LED Terapia (850 nm, 100 mW, contínuo e 60 J no QF) em ratas ovariectomizadas, imediatamente após o Treinamento Resistido, proporcionou ótima resposta na densidade de volume do músculo reto femoral e na concentração do Fator de Crescimento Semelhante a Insulina do Tipo 1 (IGF-1) em relação ao grupo controle (sedentários). O presente estudo inova ao aplicar a fotobiomodulação durante a eletroestimulação, sugerindo efeito anti-inflamatório e antioxidante, concomitante ao estímulo trófico (estímulo a IGF-1), o que pode ter reduzido microlesões induzidas pela EENM e acelerado os mecanismos de recuperação funcional e qualidade de vida das idosas em programa de fortalecimento de 12 sessões em 4 semanas.

A energia de 125,1J eleita neste estudo foi adequada para promover as respostas terapêuticas, visto que outros ensaios clínicos utilizaram dosagem entre 20 a 60 J por sítio ou entre 60 a 300 J em músculos grandes, demonstrando efeitos positivos na fadiga e resistência muscular (Vanin *et al.*, 2018).

Os resultados do presente estudo sugerem que a qualidade de vida e respostas funcionais estáticas e dinâmicas foram suplementadas ao associar simultaneamente a EENM com a matriz fotobiomoduladora de 40 Lasers/LEDs e área de 168 cm², com sinergia temporal e espacial. Essas especificações da matriz fotobiomoduladora reduzem variabilidade entre pontos e permitem aplicação de doses mais altas em menor tempo (Paolillo *et al.*, 2016; Leal-Junior *et al.*, 2019). Os comprimentos de onda utilizados na matriz híbrida (Laser 808 ± 4 nm e LED 850 ± 20 nm) estão dentro da faixa do infravermelho próximo (NIR), considerada ideal para atingir tecidos musculares profundos devido à menor absorção pela água e maior penetração tecidual (de 2 a 5 cm) (Leal-Junior *et al.*, 2019; de Almeida *et al.*, 2012). Estudos prévios demonstraram que a

aplicação de Lasers ou LEDs em torno de 808–850 nm promovem melhora do desempenho muscular, resistência e recuperação após exercício, principalmente em protocolos com idosos e mulheres pós-menopausa (Toma *et al.*, 2013; Toma *et al.*, 2016).

Adicionalmente, estudos como os de Tomazoni *et al.* (2019) e de Toma *et al.* (2016) discutem os efeitos da TFBM na modulação da atividade mitocondrial, promovendo o aumento do número e tamanho das mitocôndrias, além do estímulo a fatores de crescimento, como IGF-1 (Corazza *et al.*, 2013) e estímulos vasculares (Lakyová *et al.*, 2010) com aplicação durante, quanto após o exercício físico. Também há autores que destacam o uso pré-exercício como estratégia preventiva à fadiga muscular periférica e modulação da fadiga central via estímulo de receptores colinérgicos (Leal Junior *et al.*, 2009; de Marchi *et al.*, 2012; Hamblin, 2016). No entanto, a maioria dos estudos ainda se concentra em aplicações separadas ou com foco em parâmetros isolados (Melo *et al.*, 2016; Toma *et al.*, 2016; Tomazoni *et al.*, 2019; Fernandes *et al.*, 2020).

No presente estudo foi possível observar elevação da velocidade das idosas submetidas a EENM, entretanto a TFBM não suplementou as respostas no Teste de Velocidade da Marcha. Por outro lado, os resultados intragrupos, mostraram que tanto o grupo submetido à EENM + TFBM Ativa, quanto o grupo EENM + TFBM Placebo apresentaram melhora significativa na velocidade da marcha após o período de intervenção. Esse achado é consistente com a literatura que descreve a eletroestimulação neuromuscular como recurso capaz de promover adaptações neuromusculares, incremento da força e repercussões positivas sobre o desempenho funcional (Bax *et al.*, 2005). É importante ressaltar que, clinicamente, a magnitude da melhora (~14%) observada em ambos os grupos é relevante, visto que incrementos na velocidade da marcha acima de 0,1 m/s são considerados clinicamente significativos e associados à redução no risco de quedas, hospitalizações e mortalidade em idosos (Studenski *et al.*, 2011; Abellan Van Kan *et al.*, 2009). Assim, os achados sugerem que a EENM desempenhou papel central na melhora da velocidade funcional, enquanto o efeito adicional da TFBM sobre a velocidade da marcha ainda carece de evidências mais robustas.

O presente estudo ao adotar parâmetros com tempo de contração e repouso (on/off) ajustados semanalmente, seguindo progressão de carga neuromuscular adaptada à tolerância das idosas, respeitou o princípio da sobrecarga controlada, semelhante ao descrito por Maffiuletti *et al.* (2018), o que reforça a viabilidade da técnica como recurso

de fortalecimento. Vaz *et al.* (2013) aplicaram EENM em 8 semanas, totalizando 640 s de contrações na última semana de tratamento, visto que nas primeiras 4 semanas progrediu de 180 s, até 288s, sendo adotado nas duas primeiras semanas o tempo de contração e repouso de 10s/50s, evoluindo nas outras duas semanas para 10s/40s. Esses dados diferem do presente estudo, visto que iniciou com 300 s nas duas primeiras semanas (6/18s para 10/30 s no tempo on/off), progredindo o tempo de contração para 336 s na terceira semana (12/30s) e na quarta semana para 390s (15/30s), sugerindo conquistar resultados semelhantes ao Vaz *et al.* (2013) nas capacidades funcionais, entretanto em menor quantidade de tempo.

Nos estudos de caso, o posicionamento dos eletrodos com um canal para cada QF (2 pares de eletrodos) e um canal para cada Gt (2 pares de eletrodos), permitiram cobertura ampla e recrutamento muscular eficaz, conforme Gobbo *et al.* (2014). Do mesmo modo, Reidel *et al.* (2020) fortaleceu o QF de idosos hospitalizados com 1 canal (2 eletrodos transversos ao RF, VM e VL) de EENM (50 Hz, com rampa de subida e descida de 1s, tempo de contração de 5s e relaxamento de 10s, totalizando 100 contrações por sessão), proporcionando aumento da força muscular e melhora no Teste de Sentar e Levantar. Por outro lado, Jandova *et al.* (2020) fortaleceram o QF por meio da EENM (75 Hz) com dois canais (4 eletrodos) posicionados sob o VM e VL de idosas e demonstraram redução no tempo do teste *Time Up and Go* durante 8 semanas (24 sessões) de terapia, com 18 minutos cada sessão. Nesse sentido, o presente estudo conseguiu eletroestimar 4 músculos (2 QF e 2 Gt) de uma paciente com 4 canais (8 eletrodos) em único equipamento de EENM, otimizando as respostas terapêuticas, do mesmo modo que Reidel *et al.* (2020).

A metodologia de posicionamento dos eletrodos no QF promoveu o recrutamento eficiente dos ventres musculares do RF, VL e VM (Moraes *et al.* 2004), com respostas positivas em domínios no SF-36 e otimização das respostas nos testes funcionais. O fortalecimento do músculo Vasto Medial favorece a redução do desvio lateral e maior controle da patela (Baldon *et al.*, 2014). Do mesmo modo, o posicionamento dos eletrodos no Gt, associado aos parâmetros físicos selecionados, sugere otimização nas respostas de levantar, andar 3 metros e retornar a sentar, visto que o Gt fortalecido promove respostas para o controle da estabilidade posterior do joelho, atuando na prevenção da anteriorização da tíbia em relação ao fêmur, em movimentos de desaceleração e apoio unipodal (Herzog, 1993).

Esse protocolo de 4 semanas tem implicações relevantes para a prática clínica fisioterapêutica e para programas de atividade física voltados à reabilitação funcional. A inclusão de idosas com IMC médio de 31 kg/m² amplia a sua aplicabilidade, visto que o aumento da espessura do tecido adiposo promove maior impedância da corrente elétrica no músculo durante a EENM (Low & Reed, 2001) e atenuação elevada da luz com a energia da TFBM (Tunér & Hode, 2002). Mediante tais aspectos, verificou-se que os parâmetros físicos dos equipamentos eleitos e o protocolo de fortalecimento em cadeias musculares cruzadas de membros inferiores para o presente estudo foram adequados para a população comumente desafiada por limitações físicas e metabólicas. Estes fatores tornam os resultados ainda mais robustos, pois evidencia a contribuição suplementar da TFBM às respostas obtidas com a EENM, com foco na melhora da estabilidade corpórea, do rendimento físico e da qualidade de vida de idosas submetidas a um tratamento de quatro semanas direcionado aos músculos quadríceps e gastrocnêmios bilateralmente.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A associação simultânea da EENM e TFBM de forma bilateral, em cadeia muscular cruzada dos membros inferiores, envolvendo a ativação do QF e Gt, ao longo de quatro semanas, promoveram efeitos positivos sobre a funcionalidade, mobilidade e qualidade de vida em idosas, pois proporcionou maior estabilidade corpórea/postural, uma vez que a análise baropodométrica revelou redução expressiva na oscilação médio-lateral e anteroposterior, promovendo melhorias significativas no desempenho funcional e na percepção da Qualidade de Vida de mulheres idosas.

Adicionalmente, os testes funcionais (Time Up and Go) evidenciaram ganhos na mobilidade, o que reforça a eficácia do protocolo adotado para o fortalecimento neuromuscular e otimização do equilíbrio dinâmico. Os resultados obtidos revelam avanços fundamentais na prevenção de quedas e à promoção e reabilitação da autonomia funcional na terceira idade. Os respectivos dados sugerem que programas de fortalecimento muscular com recursos eletrofototerapêuticos podem ser estratégias promissoras, devido com custo reduzido, potencial de abrangência de públicos maiores em decorrência do curto período de intervenção/treinamento funcional, além da acessibilidade possibilitada por meio de equipamentos portáteis, podendo ser incorporada em programas de promoção à saúde, com impacto positivo na prevenção de quedas e no enfrentamento dos efeitos da sarcopenia e do declínio funcional relacionados ao envelhecimento.

A intervenção eletrofototerapêutica no âmbito da percepção subjetiva de saúde, otimizou as respostas nos domínios avaliados pelo SF-36, impactou de forma positiva não apenas nos aspectos físicos, mas também no bem-estar psicossocial das participantes através da melhora da Vitalidade. Os resultados obtidos com a presente pesquisa, demonstram que a sinergia entre os recursos fisioterapêuticos amplia o escopo da reabilitação funcional.

A inovação tecnológica da Matriz de Laser e LED desenvolvida para o presente estudo revelou dados positivos na suplementação das respostas terapêuticas da EENM em seus parâmetros de posicionamento dos eletrodos, portanto, mediante seus efeitos estabilométricos, sugere excelente resposta na promoção da qualidade de vida de pessoas idosas.

8. CONCLUSÃO

A TFBM suplementou as respostas da estabilidade postural, capacidade funcional e a Qualidade de Vida das idosas na associação simultânea da EENM para fortalecimento das cadeias musculares cruzadas anteroposterior do QF e Gt, em relação ao uso isolado da EENM. O protocolo terapêutico adotado no presente estudo demonstrou uma estratégia segura, acessível e promissora para prevenção de quedas e reabilitação funcional no envelhecimento. A estratégia adotada pelo presente estudo pode ser integrada a protocolos clínicos e em programas de promoção à saúde dentro das Ciências do Movimento.

Contudo, são necessários novos estudos longitudinais com ampliação da amostra, e aplicação de doses diferentes na TFBM, com parâmetros manipuláveis da EENM em diferentes tempos on/off e posicionamentos de eletrodos, focando em diferentes variáveis como as análises estabilométricas, volume e força muscular, de Qualidade de Vida e de biomarcadores do envelhecimento para identificar as melhores janelas terapêuticas com essas intervenções terapêuticas.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

_____. **OPAS - Perspectivas demográficas do envelhecimento populacional na Região das Américas**. Organização Pan-Americana da Saúde e Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe. Washington, DC; 2023. Licença CC BY-NC-SA 3.0 IGO. Disponível em: <https://doi.org/10.37774/9789275726792>.

ABELLÁN V. K. G. *et al.* Gait speed at usual pace as a predictor of adverse outcomes in community-dwelling older people: an International Academy on Nutrition and Aging (IANA) Task Force. **The Journals of Gerontology: Series A**, v. 64A, n. 8, p. 896–901, 2009. DOI: 10.1093/gerona/glp056. Disponível em: ScienceDirect. Acesso em: 30 ago. 2025. [ResearchGate](#)⁺¹

AHMED, S.; MAYO, N. E.; HIGGINS, J.; SALBACH, N. M.; FINCH, L. E.; WOOD-DAUPHINÉE, S. L. The Stroke Rehabilitation Assessment of Movement (STREAM): a comparison with other measures used to evaluate effects of stroke and rehabilitation. **Physical Therapy**, v. 83, n. 7, p. 617–630, 2003. DOI: 10.1093/ptj/83.7.617

AMBROSE, A. F., PAUL, G., & HAUSDORFF, J. M. Risk factors for falls among older adults: A review of the literature. **Maturitas**, 75(1), 51-61, 2013.

AMIRIDIS, Ioannis G.; HATZITAKI, Vassilia; ARABATZI, Fotini. Age-induced modifications of static postural control in humans. **Neuroscience Letters**, v. 350, n. 3, p. 137-140, 2003. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0304-3940\(03\)00878-4](https://doi.org/10.1016/S0304-3940(03)00878-4).

AZEVEDO, L. A. P. **Análise dos pés através da baropodometria e da classificação plantar em escolares de Guaratinguetá**: [s.n.], 80 f. : il. Bibliografia: f. 71-75, 2006.

BALDON, R. *et al.* A abordagem funcional dos músculos do quadril no tratamento da dor patelofemoral. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 18, n. 3, p. 193–200, 2014. Disponível em: [ResearchGate](#). Acesso em: 30 ago. 2025. [BMCLab](#)⁺⁷ [SciELO](#)⁺⁷ [UNIBRA](#)⁺⁷

BARONI, B. M. *et al.* Low level laser therapy before eccentric exercise reduces muscle damage markers in humans. **European Journal of Applied Physiology**, v. 110, n. 4, p. 789-796, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00421-010-1557-9>.

BAUMFELD, D. *et al.* Reliability of Baropodometry on the Evaluation of Plantar Load Distribution: a Transversal Study. **BioMed Research International**, 5925137, 2017. DOI: 10.1155/2017/5925137. (PMID: 28349064; PMCID: PMC5352867)

BAUMFELD, T.; BAUMFELD, D.; PRATS DIAS, C. G.; NERY, C. Advances of baropodometry in human health. **Annals of Musculoskeletal Disorders**, v. 2, n. 2, art. 1011, 2018. DOI: 10.47739/2578-3599/1011

BAX, L. *et al.* The effectiveness of neuromuscular electrical stimulation for improving muscle strength and function in patients with neurological disorders: a systematic review and meta-analysis. **Clinical Rehabilitation**, v. 19, n. 3, p. 247–257, 2005. DOI: 10.1191/0269215505cr862oa. Disponível em: [SpringerLink](#). Acesso em: 30 ago. 2025.

BEAUCHET, O. *et al.* Timed Up and Go test and risk of falls in older adults: a systematic review. **Journal of Nutrition Health and Aging**, 15(10), 933-938, 2011.

BENAVENT-CABALLER V. *et al.* Effects of three different low-intensity exercise interventions on physical performance, muscle CSA and activities of daily living: A randomized controlled trial. **Exp Gerontol.** 58:159-65, 2014. doi: 10.1016/j.exger.2014.08.004.

BERGAMIN, M. *et al.* Influence of age on postural sway during different dual-task conditions. **Front Aging Neurosci.** 6:271, 2014. Published 2014 Oct 22. doi:10.3389/fnagi.2014.00271.

BIENFAIT, M. **Postura e equilíbrio**. São Paulo: Manole, 1995.

BIENFAIT. M. (1995). **Os desequilíbrios estáticos: fisiologia, patologia e tratamento fisioterápico**. São Paulo: Summus, 1995.

BISCHOFF, H. A. *et al.* Identifying a cut-off point for normal mobility: a comparison of the Timed “Up and Go” test in community-dwelling and institutionalised elderly women. **Age and Ageing**, v. 32, n. 3, p. 315–320, 2003. DOI: 10.1093/ageing/32.3.315.

BJORDAL, J. M. *et al.* Short-term efficacy of physical interventions in osteoarthritic knee pain: a systematic review and meta-analysis of randomized placebo-controlled trials. **BMC Musculoskeletal Disorders**, v. 8, p. 51, 2006.

BOHANNON, R. W. Muscle strength: clinical /and prognostic value of hand-grip dynamometry. **Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care**, 22(6), 437-441, 2019.

BONDI, D. *et al.* Static balance adaptations after neuromuscular electrical stimulation on quadriceps and lumbar paraspinal muscles in healthy elderly. **Sport Sciences for Health**, v. 18, p. 85–96, 2021. DOI: 10.1007/s11332-021-00777-0.

BRUCE-BRAND, R.A.; *et al.* Effects of home-based resistance training and neuromuscular electrical stimulation in knee osteoarthritis: a randomized controlled trial. **BMC Musculoskeletal Disorders**, v.13, n.118, 2012.

BUCHNER, D. M., & WAGNER, E. H. Preventing frail health. **Clinics in Geriatric Medicine**, 8(1), 1-17, 1992.

BUSQUET, L. **Cadenas musculares**: Tomo I: Bases teóricas. 2. ed. São Paulo: Summus, 1999.

CARPENTER, M. G.; MURNAGHAN, C. D.; INGLIS, J. T. Shifting the balance: evidence of an exploratory role for postural sway. **Neuroscience**, v. 171, n. 1, p. 196–204, 2010. DOI: 10.1016/j.neuroscience.2010.08.030.

CASTRO FM. **Estudo baropodométrico de pacientes com diabetes mellitus tipo 2**. [Dissertação]. Fortaleza: Fundação Edson Queiroz Universidade de Fortaleza – UNIFOR; 2007.

CICONELLI, R. M.; FERRAZ, M. B.; & SANTOS, W. Tradução para a língua portuguesa e validação do questionário genérico de avaliação de qualidade de vida SF-36 (Brasil SF-36). **Revista Brasileira de Reumatologia**, v. 39, n. 3, p. 143-150, 1999.

CORAZZA, A. V. *et al.* Phototherapy and resistance training prevent sarcopenia in ovariectomized rats. *Lasers in Medical Science*, v. 28, n. 6, p. 1467-1474, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10103-012-1239-6>. Doi: 10.1007/s10103-012-1251-8.

COSTA R.M.C.L, Goroso DG, Lopes JAF. Estabilidade postural de adultos jovens na privação momentânea da visão. *Acta fisiatra*, 16 (1): 19-24, 2009.

CRUZ-JENTOFT, A. J. *et al.* Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age and Ageing*, 48(1), 16-31.2019.

DA SILVA, M. M. *et al.* Randomized, blinded, controlled trial on effectiveness of photobiomodulation therapy and exercise training in the fibromyalgia treatment. *Lasers in Medical Science*, v. 33, n. 2, p. 343–351, 2018. DOI: 10.1007/s10103-017-2388-2

DE ALMEIDA P, Lopes-Martins RA, De Marchi T, *et al.* Red (660 nm) and infrared (830 nm) low-level laser therapy in skeletal muscle fatigue in humans: what is better?. *Lasers Med Sci.* 27(2):453-458, 2012. doi:10.1007/s10103-011-0957-3.

DE BLASIIS, P.; CARAVAGGI, P.; FULLIN, A.; LEARDINI, A.; LUCARIELLO, A.; PERNA, A.; GUERRA, G.; DE LUCA, A. Postural stability and plantar pressure parameters in healthy subjects: variability, correlation analysis and differences under open and closed eye conditions. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, v. 11, 20 Jul. 2023. DOI: 10.3389/fbioe.2023.1198120. Frontiers.

DE MARCHI T, Leal Junior EC, Bortoli C, Tomazoni SS, Lopes-Martins RA, Salvador M. Low-level laser therapy (LLLT) in human progressive-intensity running: effects on exercise performance, skeletal muscle status, and oxidative stress. *Lasers Med Sci.* 27(1):231-236, 2012. doi:10.1007/s10103-011-0955-5.

DIPP, Thiago. Fotobiomodulação: bases científicas, mecanismos e aplicações na reabilitação fisioterapêutica. *Artmed*, 27 nov. 2024. Disponível em: <https://artmed.com.br/artigos/fotobiomodulacao-bases-cientificas-mecanismos-e-aplicacoes-na-reabilitacao-fisioteraputica>. Acesso em: 21 jul. 2025.

DONATH, L. *et al.* Pilates vs. Balance Training in Healthy Community-Dwelling Seniors: a 3-arm, randomized controlled trial. *International Journal of Sports Medicine, Stuttgart*, v. 37, n. 3, p. 202–210, 2016. DOI: 10.1055/s-0035-1559695.

DUARTE, M; FREITAS, SMF. Revisão sobre posturografia baseada em plataforma de força para avaliação do equilíbrio. *Rev. Bras. Fisioter*, São Carlos. 2010; 14(3):183-92.

DUXBURY, A.S. Gait disorders and fall risk: detection and prevention. *Compr Ther.* 26(4):238-245, 2000. doi:10.1007/s12019-000-0024-7ENNS, D.L., TIIDUS, P.M. Estrogen influences satellite cell activation and proliferation following downhill running in rats. *J Appl Physiol.* 104(2), 347-353.2008.

FERRARESI, C.; HUANG, Y. Y.; HAMBLIN, M. R. Photobiomodulation in human muscle tissue: an advantage in sports performance? *Journal of Biophotonics*, v. 9, n. 11-12, p. 1273-1299, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1002/jbio.201600176>

FERRARESI, C. *et al.* Low-level laser (light) therapy increases mitochondrial membrane potential and ATP synthesis in C2C12 myotubes with a peak response at 3-6 h. *Photochem Photobiol.* 91(2):411-416, 2015. Doi:10.1111/php.12397.

FERREIRA, L. N., FERREIRA, P. L., PEREIRA, L. N., OPPE, M. The valuation of the EQ-5D in Portugal. **Quality of Life Research**, 22, 281-288. 2012.

FERREIRA, R. M.; FERRO, L. F.; SANTOS, N. J. M. dos; SANTOS, R. de L.; FUMES, N. de L. F. Pesquisa colaborativa em Educação Especial: uma revisão sistemática de teses e dissertações. **Revista Educação Especial**, e34:1-29v. 33, 2020.

FIELDING, R. A. *et al.* Sarcopenia: an undiagnosed condition in older adults. Current consensus definition: prevalence, etiology, and consequences. **Journal of the American Medical Directors Association**, v. 12, n. 4, p. 249–256, 2011.

FREITAS, L. F.; HAMBLIN, M. R. **Proposed mechanisms of photobiomodulation or low-level light therapy**. IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics, v. 22, n. 3, p. 7000417, 2016. DOI: 10.1109/JSTQE.2016.2561201. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/5215870/>. Acesso em: 28 ago. 2025.

FRIED, L.P., *et al.* Frailty in older adults: evidence for a phenotype. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**;56(3):M146-M156, 2001. doi:10.1093/gerona/56.3.m146, 2001.

GOBBI, Aline. **Efeito agudo da terapia de fotobiomodulação nas capacidades de força e desempenho funcional em indivíduos diabéticos**. 2020. Dissertação (Mestrado em Fisioterapia) – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2020. DOI: <https://doi.org/10.11606/D.17.2020.tde-19082020-103522>. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/17/17152/tde-19082020-103522/>. Acesso em: 1 maio 2023.

GORSKI, L.P., ANDRADE, M.S.; Canto, J.D. Proposta de triagem do equilíbrio corporal aplicada a um grupo da terceira idade. **Revista Salus-Guarapuava**. 2 (1): 37-45, 2008.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Tratado de fisiologia médica**. 13. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017.

HALL, S. J. Biomecânica básica. 6. ed. Porto Alegre: AMGH, 2016.

HAMBLIN, M.R. Photobiomodulation or low-level laser therapy. **J Biophotonics**. 9(11-12):1122-1124, 2016. Doi:10.1002/jbio.201670113.

HAMBLIN, M. R. **Mechanisms and applications of the anti-inflammatory effects of photobiomodulation**. AIMS Biophysics, v. 4, n. 3, p. 337–361, 2017. DOI: 10.3934/biophy.2017.3.337. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5523874/>. Acesso em: 28 ago. 2025.

Hamblin, M.R. Mechanisms and Mitochondrial Redox Signaling in Photobiomodulation. **Photochem Photobiol**. 94(2):199-212, 2018. doi:10.1111/php.12864.

HORAK, F. B. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? **Age and Ageing**, Oxford, v. 35, suppl. 2, p. ii7–ii11, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1093/ageing/afl077>

HERZOG, W.; READ, L. The role of the quadriceps in the control of knee stability. **Journal of Biomechanics**, v. 26, n. 5, p. 487–495, 1993. Disponível em: ScienceDirect. Acesso em: 30 ago. 2025.

HUNTER, D. J., & BIERMA-ZEINSTRAS, S. **Osteoarthritis**. The Lancet, 393(10182), 1745-1759.2019.

IANNUZZI – SUCICH, M.; PRESTWOOD, K. M; KENNY. A M. Prevalence of sarcopenia and predictors of skeletal muscle mass in healthy, older men and women. **Journal Gerontology A: Biological Science**, v. 57, n. 12, 2002.

JANDOVA, T. *et al.* Muscle hypertrophy and architectural changes in response to eight-week neuromuscular electrical stimulation training in healthy older people. **Life**, v. 10, n. 9, art. 184, 2020. DOI: 10.3390/life10090184.

JANG, H.; PARK, J. H. Effects of Neuromuscular Electrical Stimulation Combined with Exercises versus an Exercise Program on the Physical Characteristics and Functions of the Elderly: A Randomized Controlled Trial. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v.18, n.5, 2463, 2021. doi: 10.3390/ijerph18052463.

JÓWKO, E. *et al.* The effect of low level laser irradiation on oxidative stress, muscle damage and function following neuromuscular electrical stimulation: a double blind, randomised, crossover trial. **BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation**, v. 11, art. 38, 2019. DOI: 10.1186/s13102-019-0147-3.

KAPANDJI, I. A. **Fisiologia articular: Esquemas comentados de mecânica humana**. Vol. 2. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.

KARU, T. Primary and secondary mechanisms of action of visible to near-IR radiation on cells. **Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology**, v. 49, n. 1, p. 1-17, 1999.

LACOUR, M.; BERNARD-DEMANGEON, M.; THUILLIER, C. Posture control, aging and attention resources: Models and posture-analysis methods. **Neurophysiologie CLINIQUE**, V. 38, P. 411–421, 2008.

LAFOND, D.; CORRIVEAU, H.; PRINCE, F. Postural control mechanisms during quiet standing in patients with diabetic sensory neuropathy. **Diabetes Care**, 27: 173-78, 2004.

LAFONT, C. *et al.* Equilibre et vieillissement. **Année Gériologique**, 151- 91, 1991.

LAKYOVÁ, L. *et al.* Low-level laser therapy for protection against skeletal muscle damage after ischemia–reperfusion injury in rat hind limbs. **Lasers Surg Med** 42(9):665–672 37 2010.

LAKYOVÁ, L. *et al.* Vascular adaptation to exercise in humans: the role of hemodynamic stimuli. **Journal of Physiology**, v. 588, n. Pt 11, p. 2077–2086, 2010. DOI: 10.1113/jphysiol.2010.191015. Disponível em: [CNGBdb](https://doi.org/10.1113/jphysiol.2010.191015). Acesso em: 29 ago. 2025.

LANFERDINI, F.J.; *et al.* Efeitos de oito semanas de treinamento com estimulação elétrica neuromuscular nas razões de ativação muscular / torque de idosos com osteoartrite. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, v. 18, n. 3, p. 557–565, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1809-9823.2015.14128>.

LANGHEARD A. *et al.* Does neuromuscular electrical stimulation training of the lower limb have functional effects on the elderly?: A systematic review. **Experimental Gerontology**, 91:88-98, 2017. Doi: 10.1016/j.exger.2017.02.070.

LANGEARD A. *et al.* Plantar Flexor Strength Training With Home-Based Neuromuscular Electrical Stimulation Improves Limits of Postural Stability in Older Adults. **J Phys Act Health.** 17(6):657-661, 2020. Doi:10.1123/jpah.2019-0501.

LEAL JUNIOR E.C. *et al.* Effect of 830 nm low-level laser therapy applied before high-intensity exercises on skeletal muscle recovery in athletes. **Lasers MedSci.**24(6):857-63, 2009.

LEAL JUNIOR E.C.P. *et al.* Low-level laser therapy enhances muscular performance as measured by isokinetic dynamometry in humans. **FisioterPesqui.**17(4):317-21, 2010.

LEAL JUNIOR. E.C.P *et al.* Comparison between single-diode low-level laser therapy (LLL) and LED multi-diode (cluster) therapy (LEDT) applications before high-intensity exercise. **Photomed Laser Surg.**27(4):617-23, 2009.

LEAL JUNIOR., E.C.P. 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 Med Sci.** 26(4), 493-501, 2010.

LEAL-JUNIOR, E.C.P.; LOPES-MARTINS, R.Á.B.; BJORDAL, J.M. 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**, v. 23, n. 1, p. 71-75, 2019.

LEAL-JUNIOR, E.C.*et al.* Effect of phototherapy (low-level laser therapy and light-emitting diode therapy) on exercise performance and markers of exercise recovery: a systematic review with meta-analysis. **Lasers Med Sci.** 30(2): 925-939, 2015. Doi:10.1007/s10103-013-1465-4.

LEAL, Kleber. A. S. *et al.* A Importância Do Centro De Pressão (COP) No Equilíbrio E Na Percepção De Qualidade De Vida Durante O Processo De Envelhecimento. **Revista CPAQV – Centro de Pesquisas Avançadas em Qualidade de Vida** | Vol. 7 | Nº. 1 | Ano 2015.

LEE, L. *et al.* Performance on the Short Physical Performance Battery as a predictor of fall-related outcomes in older adults. *Journal of Gerontology: Medical Sciences*, v. 68, n. 4, p. 441–446, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1093/gerona/gls186>.

LOW, J.; REED, A. **Eletroterapia Explicada: Princípios e Prática.** 3. ed. São Paulo: Manole, 2001.

MAFFIULETTI, N. A. *et al.* Neuromuscular electrical stimulation for preventing skeletal-muscle weakness and wasting in critically ill patients: a systematic review. **BMC Medicine**, v. 11, n. 137, 2018.

MAFFIULETTI, N. A. Physiological and methodological considerations for the use of neuromuscular electrical stimulation. **European Journal of Applied Physiology**, v. 110, n. 2, p. 223–234, 2010.

MAFFIULETTI, N.A. *et al.* Clinical use of neuromuscular electrical stimulation for neuromuscular rehabilitation: What are we overlooking? **Arch Phys Med Rehabil.**; 99(4):806-12, 2018. Doi: 10.1016/j.apmr.2017.10.028.

MELO, M. de O. *et al.* Effects of neuromuscular electrical stimulation and low-level laser therapy on the muscle architecture and functional capacity in elderly patients with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial. **Journal of Rehabilitation Medicine**, [S.l.], v. 48, p. 293–299, 2016. DOI: <https://doi.org/10.2340/16501977-2062>.

MEZIÈRES, F. **O corpo tem suas razões**. 4. ed. São Paulo: Summus, 1998.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Saúde Brasil 2010: uma análise da situação de saúde e das doenças crônicas não transmissíveis no Brasil**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2011. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/saude_brasil_2010.pdf. Acesso em: 17 set. 2025.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Boletim temático da biblioteca do Ministério da Saúde**. Secretaria-Executiva, Subsecretaria de Assuntos Administrativos, Divisão de Biblioteca do Ministério da Saúde. – v. 1, n. 1, mar. 2021. – Brasília : Ministério da Saúde, 2021.

MITCHELL WK, *et al.* Sarcopenia, dynapenia, and the impact of advancing age on human skeletal muscle size and strength; a quantitative review. **Front Physiol**. 3:260, 2012. Doi: 10.3389/fphys.2012.00260.

MOEZY, A. *et al.* The effect of neuromuscular electrical stimulation combined with exercise on pain, muscle strength and functional performance in patients with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial. **Clinical Rehabilitation**, v. 38, n. 2, p. 187–198, 2024.

MORAES, R. *et al.* Análise eletromiográfica do quadríceps durante a extensão do joelho em diferentes velocidades. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, v. 26, n. 1, p. 35–45, 2004. Disponível em: SciELO. Acesso em: 30 ago. 2025. Academia+1.

Nelson ME, Rejeski WJ, Blair SN, Duncan PW, Judge JO, King AC, Macera CA, Castaneda-Sceppa C. Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc*. 2007 Aug;39(8):1435-45. doi: 10.1249/mss.0b013e3180616aa2. PMID: 17762378.

NOTARNICOLA, A. *et al.* Baropodometry on patients after total knee arthroplasty. **Musculoskelet Surg**. 102: 129-137, 2018.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE; COMISSÃO ECONÔMICA PARA A AMÉRICA LATINA E O CARIBE. **Década do Envelhecimento Saudável nas Américas (2021–2030)**. Washington, D.C.: OPAS, 2021. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/documentos/decada-do-envelhecimento-saudavel-nas-americas-2021-2030>. Acesso em: 21 jan. 2024.

ÖZ, N.; SAYINER ÇAĞLAR, N.; AKAR, N.; AKAR, A.; AYTEKIN, E. Investigation of the Effectiveness of Laser Therapy in Myofascial Pain Syndrome. **J Acad Res Med**, v. 11, n. 2, p. 157–163, 2021. DOI: 10.4274/jarem.galenos.2021.3981.

PAOLILLO, Fernanda Rossi *et al.* Laser de baixa potência (LBP) - revisão da literatura. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 22, n. 5, p. 373–378, 2016. DOI: 10.1590/1517-869220162205160254. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rbme/a/BkXv8gzmSMdhpDJnmXNHJKS/>. Acesso em: 29 ago. 2025.

PETERMANN-ROCHA F. *et al.* Global prevalence of sarcopenia and severe sarcopenia: a systematic review and meta-analysis. **J Cachexia Sarcopenia Muscle**. 13:86–99, 2022. doi: 10.1002/jcsm.12783.

PODSIADLO, D., & Richardson, S. (1991). The timed “Up & Go”: a test of basic functional mobility for frail elderly persons. **Journal of the American Geriatrics Society**, 39(2), 142-148, 1991. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.1991.tb01616.x>.

PRESTES, J. *et al.* Effects of Ovariectomy and Resistance Training MMP-2 activity in skeletal muscle. **Applied physiology, nutrition and metabolism**, v. 34, n. 4, p. 700-6, ago, 2009.

PRIETO, T. E. *et al.* Measures of postural steadiness: differences between healthy young and elderly adults. **IEEE Transactions on Biomedical Engineering**, v. 43, n. 9, p. 956–966, set. 1996.

PRZYSIEZNY, W.L.; FORMANTE, M.; PRZYSIEZNY, E. Estudo do comportamento da distribuição plantar através da baropodometria em indivíduos sem queixas físicas. **Revista Terapia Manual e Fisioterapia Manipulativa**, v. 2, 28-32, 2003.

QUEIROZ, M. M. de C. **O uso da baropodometria como forma de avaliação do equilíbrio postural e pisada**. 2020. Monografia (Graduação) – Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Fisioterapia, Fortaleza, 2020.

RAZAK, A. H. A.; ZAYEGH, A.; BOON, H.; BABER, C. Foot plantar pressure measurement system: a review. **Sensors (Basel)**, v. 12, n. 7, p. 9884–9912, 2012. DOI: 10.3390/s120709884.

RAHMATI, Masoud; GONDIN, Julien; Fatemeh; MALAKOUTINIA. Effects of Neuromuscular Electrical Stimulation on Quadriceps Muscle Strength and Mass in Healthy Young and Older Adults: A Scoping Review. **Physical Therapy**, Volume 101, Issue 9, p144, September, 2021. <https://doi.org/10.1093/ptj/pzab144>.

REIDEL, L. T. *et al.* **Efeitos da eletroestimulação neuromuscular de quadríceps sobre a funcionalidade de idosos frágeis e pré-frágeis hospitalizados: ensaio clínico randomizado**. o Hospital São Vicente de Paulo (HSVP) – Passo Fundo (RS), Brasil. 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/fp/a/j4J88tjHmmyJWV4JRTPMCP/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em 23/01/2025. DOI.: 10.1590/1809-2950/18046327022020.

RILEY, P. O. *et al.* A kinematic and kinetic comparison of overground and treadmill walking in humans. **Gait & Posture**, v. 1, n. 1, p. 13–20, 1990.

ROWE, J. W., & KAHN, R. L. Successful aging. **The Gerontologist**, 37(4), 433-440, 1997.

RUBENSTEIN, L.Z. Falls in older people: epidemiology, risk factors and strategies for prevention. **Age Ageing**. 35(suppl 2):ii37-ii41, 1 sept, 2006.

SANTOS, V. H.; REZENDE, C. H. A. de R. Nutrição e envelhecimento. In: FREITAS, E. V. *et al.* (org.). **Tratado de geriatria e gerontologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 931. 2006.

SAYGUN I. *et al.* Effects of laser irradiation on the release of basic fibroblast growth factor (bFGF), insulin like growth factor-1 (IGF-1), and receptor of IGF-1 (IGFBP3) from gingival fibroblasts. **Lasers Med Sci** 23(2):211–215 38, 2008.

SAYGUN, R.; KURT, B.; YILDIRIM, M.; *et al.* Effects of low-level laser therapy on oxidative stress and antioxidant status in patients with knee osteoarthritis. **Lasers in Medical Science**, v. 23, n. 4, p. 453-459, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10103-008-0634-1>. Acesso em: 28 ago. 2025.

SHUMWAY-COOK, A.; WOOLLACOTT, M. H. Motor control: translating research into clinical practice. 5. ed. **Philadelphia**: Wolters Kluwer, 2017.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE GERIATRIA E GERONTOLOGIA. **Recomendações práticas para diagnóstico e tratamento da sarcopenia no Brasil**. Rio de Janeiro: SBGG, 2023. Disponível em: <https://sbgg.org.br>. Acesso em: 24 set. 2025.

SOUCHARD, Philippe Emmanuel. **Reeducação postural global: método para a correção das disfunções da postura**. São Paulo: Ícone, 2002.

STEBBINS, J. *et al.* Gait analysis: assessment and interpretation. London: **Mac Keith Press**, Clinics in Developmental Medicine, v. 162, 2005.

STEFFENS, T. & LAMP, J. & DIAS, C. **A FRAGILIDADE EM IDOSOS BRASILEIROS**. 2022.10.37885/220910375.

STUDENSKI, S. *et al.* Gait speed and survival in older adults. **JAMA**, v. 305, n. 1, p. 50–58, 2011. DOI: 10.1001/jama.2010.1963. Disponível em: JAMA Network. Acesso em: 30 ago. 2025. ScienceDirect+8SciSpace+8Vrije Universiteit Amsterdam+8.

TEODORO, R. G. **Controle da posição angular da perna de voluntários hígidos e com lesão medular utilizando estimulação elétrica funcional e técnicas de controle robusto e chaveado**. 2018. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) — Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Campus de Ilha Solteira, 2018.

TOMA, *et al.* Effect of 808 nm low-level laser therapy in exercise-induced skeletal muscle fatigue in elderly women. **Lasers in Medical Science**, v. 28, n. 5, p. 1375–1382, 2013. DOI: 10.1007/s10103-012-1246-5.

TOMA, Renata Luri. **Efeitos da terapia laser de baixa intensidade associada ao treinamento resistido em quadríceps femoral no desempenho muscular de idosas**. 2016. 48 f. Tese (Doutorado em Ciências da Saúde) — Universidade Federal de São Paulo, Santos, 2016. Disponível em: <https://repositorio.unifesp.br/bitstreams/d494ef39-aa7f-4a85-8999-8fc51447487a/download>. Acesso em: 29 ago. 2025.

TOMA, M.; BOCZKOWSKA, M.; CZERWINSKI, J.; KULCZYNSKI, M.; RUTKOWSKA-KUCHARSKA, A. Neuromuscular electrical stimulation improves muscle strength and functional performance in frail elderly people. **Experimental Gerontology**, Oxford, v. 79, p. 117–125, 2016. DOI: 10.1016/j.exger.2016.04.008.

TOMA, R. L.; VASSÃO, P. G.; ASSIS, L.; ANTUNES, H. K. M.; RENNO, A. C. M. 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**, v. 31, n. 6, p. 1219–1229, 2016. DOI: 10.1007/s10103-016-1967-y. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27250715/>. Acesso em: 28 ago. 2025.

TOMAZONI, S. S. *et al.* Infrared low-level laser therapy (photobiomodulation therapy) before intense progressive running test of high-level soccer players: effects on functional, muscle damage, inflammatory, and oxidative stress markers — a randomized controlled trial. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, v. 2019, article 6239058, 2019. DOI: 10.1155/2019/6239058.

TUNÉR, J.; HODE, L. Laser therapy: clinical practice and scientific background. Grängesberg: **Prima Books AB**. ISBN 91-631-1344-9. 571 p., 2002.

VANIN, A. A *et al.* Photobiomodulation therapy for the improvement of muscular performance and reduction of muscular fatigue associated with exercise in healthy people: systematic review and meta-analysis. **Lasers in Medical Science**, v. 33, n. 1, p. 181–214, 2018. DOI: 10.1007/s10103-017-2368-6. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29090398/>. Acesso em: 28 ago. 2025.

VAZ, M.A.; *et al.* Neuromuscular Electrical Stimulation (NMES) reduces structural and functional losses of quadriceps muscle and improves health status in patients with knee osteoarthritis. **Journal of Orthopaedic Research**, v. 31, n. 4, p. 511-516, 2013.

VIEIRA, W. H. B. *et al.* Use of low-level laser therapy (808 nm) to muscle fatigue resistance: a randomized double-blind crossover trial. **Photomedicine and Laser Surgery**, v. 32, n. 12, p. 678–685, 2014. DOI: 10.1089/pho.2014.3812. Acesso em: 28 ago. 2025.

WARE, J. E., Jr.; SHERBOURNE, C. D. The MOS 36-item short-form health survey (SF-36): I. Conceptual framework and item selection. **Medical Care**, v. 30, n. 6, p. 473–483, jun. 1992. DOI: 10.1097/00005650-199206000-00002.

WHELAN, H. T. *et al.* Effect of NASA light-emitting diode irradiation on wound healing. **Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery**, v. 19, n. 6, p. 305-314, 2001.

WINTER, D. A. **Biomechanics and motor control of human movement**. 4. ed. Hoboken: Wiley, 2009.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **World report on ageing and health**. Geneva: WHO Press, 2020.

YANG, J.; ANZO, M.; COHEN, P. **Control of aging and longevity by IGF-1 signaling**. *Exp Gerontol* 40(11):867–872. 2005.

10. APÊNDICE

APÊNDICE A

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Você está sendo convidada a participar da pesquisa intitulada “Associação da eletroestimulação neuromuscular e fotobiomodulação na prevenção e tratamento da sarcopenia”. Você precisa decidir se quer participar ou não. Por favor, não se apresse em tomar a decisão. Leia cuidadosamente o que se segue e pergunte ao responsável pelo estudo qualquer dúvida que você tiver. Este estudo está sendo coordenado pelo pesquisador Adalberto Vieira Corazza.

A relação do aumento na população idosa é inversamente proporcional à sua qualidade de vida. Um dos fatores relacionados à deficiência da qualidade de vida é a diminuição da força e massa muscular, sendo denominada de sarcopenia.

A finalidade desse estudo será a análise da sua massa muscular, do seu rendimento físico e da qualidade de vida três dias antes da intervenção terapêutica e após três meses de aplicação da eletroterapia associada simultaneamente a fototerapia nas suas coxas e pernas. Essas análises serão realizadas para identificar se as duas tecnologias médicas podem ser utilizadas simultaneamente para aperfeiçoar a terapia preventiva e curativa da sarcopenia. A partir das avaliações realizadas neste estudo, você receberá informações sobre o seu estado geral de saúde e orientações sobre como evitar o avanço da sarcopenia. Você será notificado dos aspectos mais importantes do ensaio que você participou no grupo de eletroterapia ou da eletroterapia associada simultaneamente à fototerapia.

Os participantes selecionados neste estudo serão idosos do sexo feminino, acima de 60 anos e cognição normal. Não participarão deste estudo, participantes do sexo masculino, idade inferior a 60 anos, com lesões musculoesqueléticas, déficit cognitivo, doenças crônicas como hipertensão descontrolada, diabetes, neoplasias e doenças renais.

A senhora será submetida à avaliação da circunferência de ambas as coxas por meio de fita métrica, e das medidas da massa corpórea e estatura. Para avaliar a mobilidade serão realizados testes de levantar e sentar de cadeira, de caminhada e análise da dinâmica de sustentação do corpo por meio de um baropodômetro. A força e fadiga muscular serão avaliadas em um aparelho de musculação para fortalecimento da coxa e célula de carga acoplada ao eletromiógrafo. A flexibilidade será por meio do teste de sentar-alcançar no banco de Wells. Sobre a sua Qualidade de Vida, há um questionário que será preenchido para analisar a sua pontuação. Todas as avaliações citadas anteriormente, serão realizadas no Laboratório de Movimento e Tecnologias Médicas (LAMOTEM) da UFMS, três dias antes de iniciar os tratamentos com as tecnologias médicas, com duração de 2 horas. A espessura muscular será analisada por meio da ultrassonografia por um médico especializado nos músculos das coxas direita e esquerda no Hospital Regional de Três Lagoas com duração de 15 minutos, sendo realizado cinco dias antes de iniciar o procedimento terapêutico. Todas as avaliações serão reaplicadas 24 horas após a eletrotermofototerapia no LAMOTEM e a ultrassonografia após 48 horas a eletrotermofototerapia no Hospital Regional, com as mesmas durações de tempo em relação a coleta inicial das informações.

Cada sessão terá duração de 20 minutos e constará da aplicação de terapia por Estimulação Elétrica Neuromuscular e Fototerapia sobre a coxa e perna direita e esquerda. A senhora realizará as sessões três vezes por semana no LAMOTEM, com intervalo de 48 horas entre cada sessão, durante 12 semanas, totalizando 36 sessões. Os horários serão agendados previamente em horário comercial e o seu transporte até o LAMOTEM da UFMS e Hospital Regional será fornecido por meio de veículo oficial da UFMS. Diante

da ausência do veículo oficial, os pesquisadores utilizarão veículo particular para realizar o seu transporte.

Este tratamento por Estimulação Elétrica Neuromuscular promove a contração muscular involuntária, sem qualquer tipo de dor. Há um aparelho específico que gera uma corrente elétrica terapêutica sem prejuízos ao corpo humano. A corrente eletroterapêutica é conduzida aos músculos por meio de um fio de metal encapado com borracha e no término do fio haverá um eletrodo autoadesivo com gel que fixará na pele, para estimular os músculos a contrair. A literatura científica reconhece que a eletroestimulação neuromuscular promove aumento da massa muscular. Alguns estudos apontam que a fototerapia também favorece a manutenção da massa muscular no envelhecimento e otimiza o rendimento físico quando associada ao exercício físico. Por outro lado, não há estudos que descrevem se a associação simultânea da eletroterapia a fototerapia promova maior resposta terapêutica na sarcopenia. Esta pesquisa será realizada na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul no Laboratório do Movimento e Tecnologias Médicas (LAMOTEM) do Campus de Três Lagoas e no Projeto Tia Nega durante o período de 90 dias.

Este estudo será conduzido pelo pesquisador Adalberto Vieira Corazza e pelos graduandos Giovanna Geron dos Santos e Renato Pitol de Mello, e a mestrandia Mireuza da Silva de Oliveira.

Um grupo de 15 pessoas será tratado com Estimulação Elétrica Neuromuscular e os dois outros grupos com 15 pessoas em cada um, serão tratados simultaneamente a Estimulação Elétrica combinada a Fototerapia. Caso o grupo que receba tratamento combinado apresente maior resposta terapêutica, as participantes do grupo de Estimulação Elétrica receberão após o término do estudo o tratamento complementar de fototerapia associada a Estimulação Elétrica para obter os mesmos resultados.

Os riscos para a participação neste estudo são mínimos, sendo adotado toda as precauções para evitá-los. A entrevista pode acarretar desconforto ou situação embaraçosa, ou desconfortável com a situação. A participante poderá sofrer riscos de falseio na marcha durante os testes funcionais e possibilidade de queda. Durante os testes de força, a participante poderá sentir dores musculares ou articulares. Algum desconforto poderá ocorrer ao realizar o preparo no local de aplicação dos eletrodos de eletroestimulação, na pele da coxa e perna, sendo necessário retirar os pelos e lixar suavemente, mas será utilizado espuma de barbear e cremes hidratantes para evitar qualquer desconforto após o procedimento. Você poderá sentir dores musculares durante o aumento da intensidade da corrente elétrica no seu músculo, devido as contrações musculares involuntárias, mesmo sendo ajustada gradualmente, mas com a sua resposta de desconforto, rapidamente a corrente será ajustada dentro do seu limiar de conforto físico e emocional. Caso ocorra algum incidente durante as coletas de dados e nas intervenções eletrofototerapêuticas, os pesquisadores se comprometerão a proporcionar assistência médico-hospitalar integral aos participantes até a sua recuperação funcional, através de encaminhamento a serviços especializados da rede municipal e demais custos relacionados. Também será promovida indenização em caso de danos ocasionais não previstos no estudo. A realização dos procedimentos seguirá as normas de biossegurança em saúde, segundo o Ministério da Saúde (2010).

Se você concordar em participar do estudo, seu nome e identidade serão mantidos em sigilo. A menos que requerido por lei, somente o pesquisador (seu médico ou outro profissional), a equipe do estudo e o Comitê de Ética independente terão acesso a suas informações para verificar as informações do estudo. O pesquisador responsável assume que os dados da pesquisa serão armazenados em arquivo, físico ou digital, sob sua guarda e responsabilidade, por um período de 5 anos após o término da pesquisa.

Você será informado periodicamente de qualquer nova informação que possa modificar a sua vontade em continuar participando do estudo.

Para perguntas ou problemas referentes ao estudo ligue para o pesquisador Adalberto Vieira Corazza no telefone (67) 3509-3750 ou (19) 99208-4832, sendo o e-mail adalberto.corazza@ufms.br, sendo possível contato presencial na UFMS, na Unidade 1 do Campus de Três Lagoas, na Avenida Capitão Olinto Mancini, 1662. Para perguntas sobre seus direitos como participante no estudo chame o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFMS, no telefone (067) 3345-7187 ou no email cepconep.propp@ufms.br, sendo possível contato presencial no Campus da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, prédio das Pró-Reitorias 'Hércules Maymone' – 1º andar, CEP: 79070900, Campo Grande – MS, com atendimento ao público das 07:30h às 11:30h no período matutino e das 13:30h às 17:30h no período vespertino.

Sua participação no estudo é voluntária. Você pode escolher não fazer parte do estudo, ou pode desistir a qualquer momento. Você não perderá qualquer benefício ao qual você tem direito. Você não será proibido de participar de novos estudos. Você tem a garantia de plena liberdade ao participante da pesquisa, de recusar-se a participar ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma.

Este documento foi elaborado em duas vias, sendo uma entregue ao participante e o outro será do pesquisador responsável.

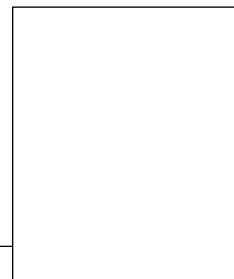
Declaro que li e entendi este formulário de consentimento e todas as minhas dúvidas foram esclarecidas, e que sou participante a tomar parte neste estudo.

Assinatura do Participante _____ data ____ / ____ / ____

Telefone de contato: _____

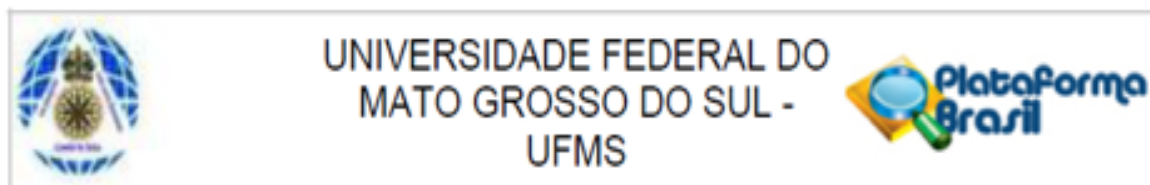
Impressão Digital

Adalberto Vieira Corazza (Pesquisador Responsável) _____



ANEXOS

ANEXO A – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (CEP/UFMS)



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: ASSOCIAÇÃO DA ELETROESTIMULAÇÃO NEUROMUSCULAR E FOTOBIMODULAÇÃO NA PREVENÇÃO E TRATAMENTO DA SARCOPENIA

Pesquisador: Adalberto Vieira Corazza

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 71042323.7.0000.0021

Instituição Proponente: FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.529.039

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

CAMPO GRANDE, 23 de Novembro de 2023

Assinado por:
Fernando César de Carvalho Moraes
(Coordenador(a))

DETALHAR PROJETO DE PESQUISA

DADOS DA VERSÃO DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: ASSOCIAÇÃO DA ELETROESTIMULAÇÃO NEUROMUSCULAR E FOTOBIMODULAÇÃO NA PREVENÇÃO E TRATAMENTO DA SARCOPENIA
Pesquisador Responsável: Adalberto Vieira Corazza
Área Temática:
Versão: 2
CAAE: 71042323.7.0000.0021
Submetido em: 01/11/2023
Instituição Proponente: FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
Situação da Versão do Projeto: Aprovado
Localização atual da Versão do Projeto: Pesquisador Responsável
Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

COORDENADOR

Comprovante de Recepção:

PB_COMPROVANTE_RECEPCAO_2159848

DOCUMENTOS DO PROJETO DE PESQUISA

LISTA DE APRECIÇÕES DO PROJETO

Apreciação	Pesquisador Responsável	Versão	Submissão	Modificação	Situação	Exclusiva do Centro Coord.	Ações
PO	Adalberto Vieira Corazza	2	01/11/2023	24/11/2023	Aprovado	Não	

HISTÓRICO DE TRÂMITES

Apreciação	Data/Hora	Tipo Trâmite	Versão	Perfil	Origem	Destino	Informações
------------	-----------	--------------	--------	--------	--------	---------	-------------

ANEXO B

QUESTIONÁRIO SF-36

1- Em geral você diria que sua saúde é:

Excelente	Muito Boa	Boa	Ruim	Muito Ruim
1	2	3	4	5

2- Comparada há um ano atrás, como você se classificaria sua idade em geral, agora?

Muito Melhor	Um Pouco Melhor	Quase a Mesma	Um Pouco Pior	Muito Pior
1	2	3	4	5

3- Os seguintes itens são sobre atividades que você poderia fazer atualmente durante um dia comum. Devido à sua saúde, você teria dificuldade para fazer estas atividades? Neste caso, quando?

Atividades	Sim, dificulta muito	Sim, dificulta um pouco	Não, não dificulta de modo algum
------------	----------------------	-------------------------	----------------------------------

a) Atividades Rigorosas, que exigem muito esforço, tais como correr, levantar objetos pesados, participar em esportes árduos.	1	2	3
b) Atividades moderadas, tais como mover uma mesa, passar aspirador de pó, jogar bola, varrer a casa.	1	2	3
c) Levantar ou carregar mantimentos	1	2	3
d) Subir vários lances de escada	1	2	3
e) Subir um lance de escada	1	2	3
f) Curvar-se, ajoelhar-se ou dobrar-se	1	2	3
g) Andar mais de 1 quilômetro	1	2	3
h) Andar vários quarteirões	1	2	3
i) Andar um quarteirão	1	2	3
j) Tomar banho ou vestir-se	1	2	3

4- Durante as últimas 4 semanas, você teve algum dos seguintes problemas com seu trabalho ou com alguma atividade regular, como consequência de sua saúde física?

	Sim	Não
a) Você diminui a quantidade de tempo que se dedicava ao seu trabalho ou a outras atividades?	1	2
b) Realizou menos tarefas do que você gostaria?	1	2
c) Esteve limitado no seu tipo de trabalho ou a outras atividades.	1	2
d) Teve dificuldade de fazer seu trabalho ou outras atividades (p. ex. necessitou de um esforço extra).	1	2

5- Durante as últimas 4 semanas, você teve algum dos seguintes problemas com seu trabalho ou outra atividade regular diária, como consequência de algum problema emocional (como se sentir deprimido ou ansioso)?

	Sim	Não
a) Você diminui a quantidade de tempo que se dedicava ao seu trabalho ou a outras atividades?	1	2
b) Realizou menos tarefas do que você gostaria?	1	2
c) Não realizou ou fez qualquer das atividades com tanto cuidado como geralmente faz.	1	2

6- Durante as últimas 4 semanas, de que maneira sua saúde física ou problemas emocionais interferiram nas suas atividades

De forma nenhuma	Ligeiramente	Moderadamente	Bastante	Extremamente
1	2	3	4	5

7- Quanta dor no corpo você teve durante as últimas 4 semanas?

Nenhuma	Muito leve	Leve	Moderada	Grave	Muito grave
1	2	3	4	5	6

8- Durante as últimas 4 semanas, quanto a dor interferiu com seu trabalho normal (incluindo o trabalho dentro de casa)?

De maneira alguma	Um pouco	Moderadamente	Bastante	Extremamente
1	2	3	4	5

9- Estas questões são sobre como você se sente e como tudo tem acontecido com você durante as últimas 4 semanas. Para cada questão, por favor dê uma resposta que mais se aproxime de maneira como você se sente, em relação às últimas 4 semanas.

	Todo Tempo	A maior parte do tempo	Uma boa parte do tempo	Alguma parte do tempo	Uma pequena parte do tempo	Nunca
a) Quanto tempo você tem se sentindo cheio de vigor, de vontade, de força?	1	2	3	4	5	6
b) Quanto tempo você tem se sentido uma pessoa muito nervosa?	1	2	3	4	5	6
c) Quanto tempo você tem se sentido tão deprimido que nada pode animá-lo?	1	2	3	4	5	6
d) Quanto tempo você tem se sentido calmo ou tranquilo?	1	2	3	4	5	6
e) Quanto tempo você tem se sentido com muita energia?	1	2	3	4	5	6

f) Quanto tempo você tem se sentido desanimado ou abatido?	1	2	3	4	5	6
g) Quanto tempo você tem se sentido esgotado?	1	2	3	4	5	6
h) Quanto tempo você tem se sentido uma pessoa feliz?	1	2	3	4	5	6
i) Quanto tempo você tem se sentido cansado?	1	2	3	4	5	6

10- Durante as últimas 4 semanas, quanto de seu tempo a sua saúde física ou problemas emocionais interferiram com as suas atividades sociais (como visitar amigos, parentes, etc.)?

Todo Tempo	A maior parte do tempo	Alguma parte do tempo	Uma pequena parte do tempo	Nenhuma parte do tempo
1	2	3	4	5

11- O quanto verdadeiro ou falso é cada uma das afirmações para você?

	Definitivamente verdadeiro	A maioria das vezes verdadeiro	Não sei	A maioria das vezes falso	Definitivamente falso
a) Eu costumo obedecer um pouco mais facilmente que as outras pessoas	1	2	3	4	5
b) Eu sou tão saudável quanto qualquer pessoa que eu conheço	1	2	3	4	5
c) Eu acho que a minha saúde vai piorar	1	2	3	4	5
d) Minha saúde é excelente	1	2	3	4	5