Universidade de São Paulo
Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto

2020

EFEITO AGUDO DA TERAPIA DE
FOTOBIMODULAÇÃO NAS CAPACIDADES DE
FORÇA E DESEMPENHO FUNCIONAL EM
INDIVÍDUOS DIABÉTICOS

PPGRDF
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
REABILITAÇÃO E DESEMPENHO FUNCIONAL
FMRP-USP

Aline Gobbi

Dissertação de mestrado

Orientador: Prof. Dr. Rinaldo
Roberto de Jesus Guirro

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO

ALINE GOBBI

EFEITO AGUDO DA TERAPIA DE FOTOBIMODULAÇÃO NAS
CAPACIDADES DE FORÇA E DESEMPENHO FUNCIONAL EM INDIVÍDUOS
DIABÉTICOS

Ribeirão Preto

2020

ALINE GOBBI

EFEITO AGUDO DA TERAPIA DE FOTOBIMODULAÇÃO NAS
CAPACIDADES DE FORÇA E DESEMPENHO FUNCIONAL EM INDIVÍDUOS
DIABÉTICOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Reabilitação e Desempenho funcional da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo para obtenção do Título de Mestra em Ciências.

Área de concentração: Fisioterapia

Orientador: Prof. Dr. Rinaldo Roberto de Jesus Guirro

Versão corrigida. A versão original encontra-se disponível tanto na Biblioteca da Unidade que aloja o Programa, quanto na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da USP (BDTD)

Ribeirão Preto

2020

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DÍCULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Catálogo da Publicação

Serviço de Documentação da Faculdade de Medicina

Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo

Gobbi, Aline

Efeito agudo da terapia de fotobiomodulação nas capacidades de força e desempenho funcional em indivíduos diabéticos. Ribeirão Preto, 2020.

f.:46 : Il.; 30cm

Orientador: Guirro, Rinaldo Roberto de Jesus.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Reabilitação e Desempenho Funcional. Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo - USP

1.Fotobiomodulação 2.Diabetes Mellitus 3.Funcionalidade

Nome: Aline Gobbi

Título: Efeito agudo da terapia de fotobiomodulação nas capacidades de força e desempenho funcional em indivíduos diabéticos.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Reabilitação e Desempenho Funcional da FMRP/USP para obtenção do Título de Mestre em Ciências.

Área de Concentração: Fisioterapia.

Aprovado em:

Banca Examinadora:

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Dedico aos meus mestres Vera Lucia
Quinhone Gobbi e Marcos Antonio Gobbi

AGRADECIMENTOS

Quero começar agradecendo a Deus e os espíritos benfeitores que me acompanham na minha jornada da vida, e me guiaram para chegar até aqui na hora certa, como diz Carlos Torres Pastorino “Tudo tem sua hora própria, o próprio céu tem horário para as trevas e para a luz”.

Aos meus pais Vera e Marcos, a minha irmã Ana, meus guias na Terra, família que escolhi nascer, que me acolheu, está sempre ao meu lado, me ajudando no meu crescimento pessoal e profissional.

A minha prima Naiad, o espírito de luz mais lindo que já conheci na vida, que segurou a minha mão em todos os momentos e me fez erguer a cabeça e continuar em frente quando já não tinha forças para fazer isto sozinha.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Rinaldo Roberto de Jesus Guirro, obrigada pela confiança, por me aceitar em seu laboratório e me acolher na família LARF, foram dois anos de um aprendizado enorme.

Aos meus colegas de laboratório, pela amizade, aprendizado, troca de experiências e parceria nas festas. Aos alunos da graduação Ana, Viviane, Catarina e Rafael por toda ajuda neste caminho.

A Gabriela de Carvalho, que foi um anjo colocado na minha vida, me acolheu quando cheguei perdida, me deu a mão e caminhamos juntas por todo esse processo, fazendo tudo ser possível, obrigada pelos almoços, cafés da tarde e jantares juntas, você é meu HD externo e não te largo nunca mais. A Alessandra Kelly de Oliveira, que foi amiga, mãe, irmã, por todos seus conselhos e todas as vezes que estava triste você me levava para comer lanche.

E por último, gostaria de agradecer à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro.

Se temos de esperar, que seja para colher a semente boa que lançamos hoje no solo da vida. Se for para semear, então que seja para produzir milhões de sorrisos, de solidariedade e amizade.

Cora Coralina

RESUMO

Gobbi, A. Efeito agudo da terapia de fotobiomodulação nas capacidades de força e desempenho funcional em indivíduos diabéticos. 2020. 44 f. Dissertação (mestrado) – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2020.

A terapia de fotobiomodulação (TPBM) tem sido utilizada para a melhora do desempenho e performance física de indivíduos com idade avançada. Apesar dos inúmeros estudos que abordam a ação da TPBM no sistema muscular, não há na literatura estudos que respaldam a aplicação do LED na performance muscular de indivíduos com diabetes Mellitus tipo 2 (DM). Este se faz necessário diante do fato que o DM leva a um declínio funcional, decorrente da progressão da sarcopênia e deficiência física. O objetivo do estudo foi analisar os efeitos agudos da aplicação da fototerapia LED nas capacidades de força, resistência muscular e desempenho funcional em indivíduos diabéticos. Foram recrutados 75 voluntários, sendo 63 elegíveis e alocados em cinco grupos: Controle (GC), Sham (GS), LED vermelho (GV), LED infravermelho (GIV), LED vermelho + infravermelho (GV+IV). Os procedimentos do estudo foram realizados em 5 dias. No primeiro dia (pré-tratamento) os voluntários foram avaliados quanto a funcionalidade (*Time Up and Go* e Teste de caminhada de 6 minutos) e avaliação da função muscular (Dinamômetro isocinético) dos músculos flexores e extensores de tornozelo. No segundo, terceiro e quarto dia os voluntários do GV, GIV, GV+IV e GS retornam para a aplicação da intervenção com LED sobre a musculatura das pernas, bilateralmente, com energia total de 180J, exceto GC. No quinto dia (reavaliação) os voluntários realizam os mesmos testes do primeiro dia. A análise estatística de modelos mistos lineares foi realizada por meio do software SPSS, com $p < 0,05$. Não foi observado diferença estatística entre os grupos nas variáveis do dinamômetro isocinético de tornozelo, no membro dominante e não dominante, e nos testes funcionais de TUG e TC6 ($p > 0,05$). A análise do tamanho do efeito clínico nas variáveis do isocinético, mostrou que não houve um padrão entre os efeitos que apareceram, não favorecendo nenhum dos três grupos de tratamento em relação aos grupos sham e controle. Para as variáveis funcionais, há um efeito moderado em favor dos grupos LED vermelho, infravermelho e vermelho+infravermelho em relação ao grupo controle para o TUG, e efeito moderado favorecendo o grupo vermelho+infravermelho em relação ao grupo controle para o TC6. Conclui-se que a terapia de fotobiomodulação aguda apresentou efeito benéfico no TUG e TC6 em indivíduos diabéticos tipo 2, que apresentam neuropatia distal.

Palavras chaves: Fisioterapia, Força Muscular, Fotobiomodulação

ABSTRACT

Gobbi, A. Acute effect of photobiomodulation therapy on strength capacities and functional performance in diabetic subjects. 2020. 44 f. Dissertation (Masters) – Ribeirão Preto School of Medicine, University of São Paulo, Ribeirão Preto, 2020.

Photobiomodulation therapy (TPBM) has been used to improve the performance and physical performance of individuals with advanced age. Despite the innumerable studies that address the action of TPBM in the muscular system, there are no studies in the literature that support the application of LED in the muscular performance of individuals with diabetes Mellitus type 2 (DM). This is necessary in view of the fact that DM leads to a functional decline, due to the progression of sarcopenia and physical disability. The aim of the study was to analyze the acute effects of the application of LED phototherapy on strength, muscle endurance and functional performance in diabetic individuals. 75 volunteers were recruited, 63 of whom were eligible and allocated to five groups: Control (GC), Sham (GS), red LED (GV), infrared LED (GIV), red LED + infrared (GV+IV). The study procedures were performed in 5 days. On the first day (pre-treatment) the volunteers were assessed for functionality (Time Up and Go and 6-minute walk test) and muscle function assessment (isokinetic dynamometer) of the ankle flexor and extensor muscles. On the second, third and fourth day, volunteers from GV, GIV, GV+IV and GS return to apply the LED intervention on the leg muscles, bilaterally, with a total energy of 180J, except GC. On the fifth day (reevaluation) the volunteers perform the same tests as the first day. Statistical analysis of mixed linear models was performed using the SPSS software, $p < 0.05$. There was no statistical difference between groups in the variables of the isokinetic ankle dynamometer, in the dominant and non-dominant limbs, and in the functional tests of TUG and 6MWT ($p > 0.05$). The analysis of the size of the clinical effect in the isokinetic variables, showed that there was no pattern between the effects that appeared, not favoring any of the three treatment groups in relation to the sham and control groups, for the functional variables, showed that there is an effect moderate in favor of the red, infrared and red+infrared groups in relation to the control group for the TUG, and moderate effect favoring the red+infrared group in relation to the control group for the 6MWT. It is concluded that photobiomodulation therapy had a positive effect on TUG and 6MWT in diabetic individuals type 2.

Keywords: Physiotherapy, Muscle Strength, Photobiomodulation

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Fluxograma do delineamento do estudo	23
Figura 2	Representação cronológica das avaliações	25
Figura 3	Manta de LED	28
Figura 4	Aplicação da manta de LED	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Caracterização dos LEDs que compõem a manta	27
Tabela 2	Valores médios e desvio padrão das características dos voluntários	30
Tabela 3	Valores da diferença entre as médias dos grupos e intervalo de confiança nas variáveis do dinamômetro isocinético	32
Tabela 4	Effect size das variáveis do dinamômetro isocinético	33
Tabela 5	Valores da diferença entre as médias dos grupos e intervalo de confiança nos testes funcionais	34
Tabela 6	Effect size dos testes funcionais	34

LISTA DE ABREVIATURAS

TPBM	Terapia de fotobiomodulação
LED	light emitting diode – Diodo emissor de luz
PBM	Fotobiomodulação
DM	Diabetes mellitus
N	Newton
IPAQ	Questionário Internacional de Atividade Física
EDPDD	Escala para Diagnóstico da Polineuropatia Distal Diabética
TUG	<i>Time Up and Go</i>
TC6	Teste de caminhada de 6 minutos
nm	Nanômetros
cm ²	Centímetros quadrados
mW/cm ²	Miliwatts por centímetros quadrados
W	Watts
s	segundo
J	Joules

Sumário

INTRODUÇÃO	15
JUSTIFICATIVA.....	18
HIPÓTESE	19
OBJETIVOS	20
Objetivo Geral	20
Objetivo Específico	20
MÉTODOS	21
Aspectos Éticos	21
Randomização e Cegamento	21
Amostra.....	22
Critérios de inclusão.....	22
Critérios de exclusão	22
Delineamento do estudo	23
Procedimentos	23
Avaliação do desempenho muscular	25
Time Up and Go.....	26
Teste de Caminhada de 6 minutos (TC6)	26
Fotobiomodulação	27
ANÁLISE ESTATÍSTICA	29
RESULTADOS	30
DISCUSSÃO.....	35
CONCLUSÃO	37
REFERÊNCIAS	39
APÊNDICE	43
ANEXOS.....	47

INTRODUÇÃO

A terapia de fotobiomodulação (TPBM) envolve o uso da luz com a aplicação de lasers de baixa intensidade ou diodo emissor de luz (LED – *light emitting diode*). Há um tempo acreditava-se que as propriedades biológicas da luz estivessem ligadas ao fato de ser coerente e monocromática (Hode, 2005; Mester, 2013), no entanto, as pesquisas com LED trouxeram nos últimos anos resultados positivos, mostrando haver uma similar concentração de energia na área onde atuam (Kim e Calderhead, 2011).

Os efeitos biológicos da fotobiomodulação são mediados pela absorção de fótons, nos cromóforos, transformando a energia da luz em energia química, geram respostas fisiológicas favoráveis a produção de ATP e síntese de proteínas (Karu, 1999). Pesquisadores também trazem que a fotobiomodulação reduz os níveis de lactato e biomarcadores inflamatórios produzidos pelo exercício (Borges et al., 2014; Miles et al., 2008; Gill et al., 2006; Liu et al., 2009; Sussai et al., 2010)

Os comprimentos de onda vermelho e infravermelho, podem ser utilizados para aumento do potencial de membrana da mitocôndria, aumentando os níveis de oxigênio e ATP (Sanderson et al., 2018), porém não há evidência que a sua associação potencializa estes mecanismos.

A TPBM tem sido utilizada para melhorar o desempenho e performance física de indivíduos com idade avançada, preservando o tecido muscular contra danos e acelerando sua recuperação, gerando um aumento de contração voluntária máxima e pico de torque (Toma et al., 2016).

Sabe-se que há um aumento no número de indivíduos diabéticos em faixas etárias avançadas, entre 45 e 64 anos, em virtude do crescimento e envelhecimento populacional, maior urbanização, crescente sedentarismo e da prevalência de obesidade (Diretrizes SBD, 2015; Brasil, 2013).

Há diversos artigos na literatura que trazem o uso da TPBM relacionado com o diabetes mellitus (DM) em ratos, como no efeito da reparação do tecido muscular (Assis et al., 2016; França et al., 2012), nos marcadores de estresse oxidativo após exercício de alta intensidade (Frigero et al., 2018), efeito vasodilatador (Kesler et al., 2017), melhora do diabetes mellitus (DM) com a aplicação de fotobiomodulação em diferentes partes do

corpo (Peplow e Baxter, 2013), melhora do metabolismo da glicose (Silva et al., 2018), efeito na reperfusão após isquemia muscular (Takhtfooladi et al., 2016). Além disso, observou-se uma diminuição aguda dos níveis de glicose quando em combinação com exercício moderado em homens diabéticos (Francisco et al., 2018).

Apesar dos inúmeros estudos que abordam a ação da fotobiomodulação (PBM) no sistema muscular, não há na literatura estudos que respaldam a aplicação do LED na performance muscular de indivíduos diabéticos.

Este se faz necessário diante do fato que o DM leva a um declínio funcional, decorrente da progressão da sarcopênia e deficiência física (Anton et al., 2013; Park et al., 2006; Lang et al., 2008; Rekeneire e Volpato, 2015).

Diabetes mellitus (DM) é um transtorno metabólico, caracterizado por hiperglicemia e distúrbios no metabolismo, resultando em alterações na secreção e/ou na ação da insulina (Brasil, 2013; Diretrizes SBD, 2015).

Atualmente estima-se que a população mundial com DM seja de 382 milhões e poderá atingir 471 milhões em 2035. No Brasil, no final da década de 1980, havia uma prevalência de 7,6% de indivíduos com DM (Diretrizes SBD, 2015). Dados mais recentes mostram uma taxa de 15% na cidade de Ribeirão Preto (Moraes et al., 2010).

O número de indivíduos diabéticos vem aumentando em virtude do crescimento e envelhecimento populacional, maior urbanização, crescente sedentarismo e da prevalência de obesidade (Diretrizes SBD, 2015). Este aumento se dará, principalmente, em faixas etárias mais avançadas, por conta do aumento da expectativa de vida, sendo que nos países em desenvolvimento a prevalência será triplicada na faixa etária de 45 a 64 anos, e duplicada nas faixas de 20 a 44 anos e acima de 65 anos (Brasil, 2013).

O termo sarcopênia é amplamente utilizado para descrever a perda de tecido musculoesquelético, caracterizada principalmente por um desequilíbrio entre síntese e degradação de proteínas, ocorre diminuição do comprimento e do número de fibras musculares, causa perda de elasticidade dos tendões e ligamentos, diminuindo a massa muscular e comprometendo a produção de força de contração (Fechine e Trompieri, 2012; Dirks et al., 2016; Lang et al., 2010).

Além de força e qualidade muscular, outro potencial mediador para o declínio funcional é a resistência muscular, pois em paralelo a força muscular prejudicada, os diabéticos podem apresentar fadiga muscular prematura (Fritschi e Quinn, 2010). Esta

pode ocorrer em função da mudança na proporção de fibras, ocorrendo maior presença de fibras do tipo 2, pois há aumento da concentração de cálcio intracelular, nas quais, as fibras do tipo 1 são mais sensíveis a este íon (Fritzsche et al., 2008; Oberbach et al., 2006).

Inicialmente ocorre retração dos axônios da placa motora que desencadeia o processo de desnervação e reinervação das fibras musculares. Este efeito da retração pode decorrer da diminuição de fatores neuroprotetores e quimiotáticos dependentes do funcionamento do receptor de insulina (Ramji et al., 2006; Butugan et al., 2014).

Pacientes diabéticos apresentam atrofia das fibras musculares, desconfiguração das linhas Z e anormalidades morfológicas nas mitocôndrias (Krause et al., 2011), reduzindo a capacidade oxidativa, afetando o metabolismo energético de forma negativa, o que acarreta uma menor capacidade funcional (He et al., 2001; Simoneau et al., 1999; Kelley et al., 2002).

A neuropatia diabética também causa impacto significativo na função física e na mobilidade (Davies et al., 2015; Bair et al., 2010), os sintomas são perda de sensibilidade, e o sinal neuromotor mais evidente é ausência de reflexos na articulação do tornozelo, pelo acometimento ocorrer de distal para proximal (Llewelyn, 2003). Os primeiros nervos afetados são fibular, sural e plantar medial, iniciando as afecções musculares no tibial anterior, fibulares e gastrocnêmio (Malik et al., 2005; Sacco et al., 2003).

Comparando indivíduos diabéticos com os normoglicêmicos, os diabéticos apresentaram menor desempenho em testes funcionais que incluíam velocidade de marcha (Rekeneire et al., 2003; Ko et al., 2011), levantar e sentar em uma cadeira 5 vezes (Rekeneire et al., 2003), permanecer na posição de tandem (Rekeneire et al., 2003), *Time Up and Go* (Kera et al., 2018) e Teste de caminhada de 6 minutos (Lee, 2018)

Em uma análise transversal, foi demonstrado que os participantes diabéticos apresentavam uma velocidade de marcha mais lenta nos testes de caminhada de 4 e 400 metros, sendo que os ajustes musculares dos membros inferiores representaram 24,3% e 15,1% na diferença de velocidade de caminhada, quando comparados com indivíduos não diabéticos nos testes de 4 e 400 metros, respectivamente, sugerindo a sarcopenia como um importante mediador na limitação funcional (Volpato et al., 2012).

JUSTIFICATIVA

Diante do aumento de casos de DM na população mundial, e o fato desta condição levar a declínio funcional, estudos que possam verificar a melhora do desempenho funcional são necessários para promover o respaldo científico no âmbito clínico.

HIPÓTESE

Hipotetiza-se que a aplicação de LED seja capaz de melhorar a força muscular e desempenho funcional em indivíduos com diabetes tipo 2.

OBJETIVOS

Objetivo Geral

Analisar os efeitos agudos da aplicação da terapia de fotobiomodulação com LED nas capacidades de força, resistência muscular e desempenho funcional em indivíduos diabéticos tipo 2.

Objetivo Específico

- Analisar o desempenho muscular pelo dinamômetro isocinético;
- Analisar o desempenho funcional pelos testes *Time Up and Go* e caminhada de 6 minutos;
- Analisar as respostas neuromusculares entre os diferentes comprimentos de onda (620 e 940nm) da fotobiomodulação

MÉTODOS

Aspectos Éticos

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Recursos Fisioterapêuticos (LARF) da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FMRP-USP) e Laboratório de Cineantropometria e Desenvolvimento Humano (LACIDH) da Escola de Educação Física e Esportes (EEFERP-USP). Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Experimentação com Seres Humanos do Hospital das Clínicas – FMRP/USP, aprovado sob o parecer: 3.805.967 e registrado como ensaio clínico no ClinicalTrials.gov (NCT03369834).

Os voluntários foram esclarecidos a respeito do projeto de pesquisa, seus objetivos e características, e aqueles que concordaram assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (Apêndice 1).

Randomização e Cegamento

O recrutamento, randomização e alocação dos voluntários foi realizado por um pesquisador que não participava das intervenções, avaliações e coletas de dados. A randomização foi realizada no início do projeto, dividido em cinco grupos de forma homogênea. Foi gerada uma tabela numérica no software Excel para a criação de números aleatórios, que foram colocados em envelopes de papel opaco e lacrados, abertos somente na presença do voluntário.

- Grupo Controle (GC): não foi aplicada nenhuma intervenção terapêutica.
- Grupo Sham (GS): aplicação da manta de LED desligada.
- Grupo LED vermelho (GV): aplicação da manta de LED com o comprimento de onda de 620nm na perna bilateralmente.
- Grupo LED infravermelho (GIV): aplicação da manta de LED com o comprimento de onda de 940nm na perna bilateralmente.
- Grupo LED Vermelho+Infravermelho (GV+IV): aplicação da manta de LED com o comprimento de onda de 620nm e 940nm na perna bilateralmente.

A randomização, alocação e as intervenções foram realizadas pelo pesquisador 1, as avaliações e reavaliações pelo pesquisador 2, sendo ambos treinados previamente e a tabulação, processamento e análise dos dados foi realizada pelo pesquisador 3. Os pesquisadores 2 e 3 são cegados quanto a distribuição dos voluntários e as intervenções aplicadas. Os voluntários foram cegados por uso de uma venda.

Amostra

O cálculo amostral foi realizado pelo software Ene[®] (versão 3.0, Barcelona, Espanha). O tamanho da amostra foi calculado com base no estudo de Ferreira et al. (2016). A variável de desfecho escolhida foi o torque muscular em Newton (N). O cálculo foi baseado na detecção de comparação entre os grupos, sendo a média do grupo de referência 17,45 e do grupo experimental 25,14, com desvio padrão de 7,69. Considerando o poder estatístico de 80% e alfa 0,05, foi estimado o número de 10 pacientes por grupo. Considerando uma perda amostral de 20% foram recrutados 13 pacientes por grupo.

Critérios de inclusão

Para inclusão dos voluntários no estudo, foi aplicado o Questionário Internacional de Atividade Física – IPAQ (Anexo 1) e Escala para Diagnóstico da Polineuropatia Distal Diabética (Anexo 2), para avaliar o tempo semanal de atividade física dos pacientes e a classificação da polineuropatia distal diabética, respectivamente.

Como critérios de inclusão, os indivíduos deveriam ser sedentários e insuficientemente ativos, diabéticos com neuropatia - score mínimo 3, na faixa etária de 45 a 70 anos, de ambos os sexos e diagnóstico de diabetes mellitus tipo 2 no mínimo de 5 anos.

Critérios de exclusão

Os critérios de exclusão envolveram as lesões musculoesqueléticas que impossibilitasse a realização dos testes funcionais e de força.

Delineamento do estudo

Os voluntários foram recrutados e alocados de acordo com o grupo da randomização, conforme fluxograma apresentado.. Um total de setenta e cinco voluntários foram recrutados para este estudo, sendo que dez foram excluídos e dois desistiram (Figura 1).

Figura 1. Fluxograma do delineamento do estudo

Procedimentos

Os voluntários que foram convidados para o estudo responderam o Questionário Internacional de Atividade Física – IPAQ (Anexo 1), que foi adaptado e validado (ICC de 0,75) para a população brasileira (Matsudo et al., 2001). A versão curta é composta por sete questões e possui a seguinte classificação:

- Sedentário - nenhuma atividade física por pelo menos 10 minutos contínuos durante a semana.
- Irregularmente ativo – realiza atividade física, porém insuficiente para ser classificado como ativo, pois não cumpre as recomendações.

- Ativo - atividade vigorosa ao menos 3 dias por semana e mínimo de 20 minutos por sessão; atividade moderada ou caminhada ao menos 5 dias por semana e mínimo de 30 minutos; ou qualquer atividade ao menos 5 dias por semana em um total de 150 minutos por semana.
- Muito ativo: atividade vigorosa ao menos 5 dias por semana e mínimo de 30 minutos; atividade vigorosa ao menos 3 dias por semana e mínimo de 20 minutos por sessão somado com atividade moderada e/ou caminhada ao menos 5 dias por semana e mínimo de 30 minutos por sessão.

Os voluntários que foram classificados como irregularmente ativo e sedentários responderam a Escala de Diagnóstico da Polineuropatia Distal Diabética (Anexo 2).

A Escala de Diagnóstico da Polineuropatia Distal Diabética – versão curta, adaptada e validada (ICC de 0,76) para a população brasileira (Moreira et al., 2005), avalia os sinais e sintomas por meio de 6 perguntas e da realização dos exames do reflexo Aquileu, sensibilidade vibratória, dolorosa e térmica do hálux. Para seguir no estudo os voluntários deveriam apresentar score igual ou superior a 3.

Em seguida foi realizada a anamnese (Apêndice 2), envolvendo os seguintes dados: dados pessoais, massa (kg), altura, doenças pregressas, uso de medicamentos, membro dominante.

Os procedimentos do estudo foram realizados em 5 dias. No primeiro dia (pré tratamento) os voluntários foram avaliados quanto a funcionalidade (*Time Up and Go* e Teste de caminhada de 6 minutos) e avaliação da função muscular (Dinamômetro isocínético) dos músculos flexores e extensores de tornozelo. No segundo, terceiro e quarto dia os voluntários do GV, GIV, GV+IV e GS retornam para a aplicação da intervenção com LED de acordo com o grupo em que estavam alocados. No quinto dia (reavaliação) os voluntários realizam os mesmos testes do primeiro dia (Figura 2).

Figura 2 - Representação cronológica das avaliações e intervenções.

Avaliação do desempenho muscular

A avaliação do desempenho muscular foi realizada no dinamômetro isocinético Biodex System 4 Pro (Biodex Medical System, Shirley, NY, EUA) dos grupos dorsiflexores e flexores plantares, onde foram analisadas as variáveis de força, potência.

Para iniciar a coleta de dados, os voluntários foram posicionados no dinamômetro isocinético previamente calibrado e adequadamente alinhados e estabilizados por meio de cintos que fixam o tronco, pelve e terço distal da coxa do membro que será avaliado. O quadril foi flexionado a 25°, joelho em extensão total, tornozelo inicialmente em neutro e o pé fixado entre o antepé e mediopé (Farrag et al., 2016). Antes da avaliação os voluntários realizam uma familiarização com a dinamometria isocinética para conhecimento mecânico do equipamento. Os testes foram realizados nas velocidades angulares de 60°/s e 180°/s no modo concêntrico para dorsiflexão e flexão plantar, com 5 repetições a 60°/s e 15 repetições a 180°/s, com 180 segundos de repouso entre os testes. Durante o teste, os voluntários foram encorajados verbalmente e para corrigir a influência

da gravidade sobre o torque, a massa (kg) do membro foi mensurado antes de cada teste, de acordo com as instruções do manual do dinamômetro e, assim, os resultados do teste foram corrigidos automaticamente pelo software de aquisição de dados. Para a análise estatística, a avaliação de pico de torque e trabalho foram realizadas na menor velocidade angular e potência média na maior velocidade angular.

Time Up and Go

O teste *Time Up and Go* tem como objetivo avaliar a mobilidade e o equilíbrio funcional, quantificando, em segundos, o tempo que o indivíduo realiza a tarefa de levantar de uma cadeira (apoio de aproximadamente 46 cm de altura e braços de 65 cm de altura), caminhar 3 metros, virar, voltar rumo à cadeira e sentar novamente (Podsiadlo et al., 1991). O voluntário partiu da posição inicial com as costas apoiadas na cadeira, sendo a cronometragem iniciada após o sinal de partida e parada somente quando o voluntário se colocar novamente na posição inicial, sentado com as costas apoiadas na cadeira.

Teste de Caminhada de 6 minutos (TC6)

O Teste de Caminhada de 6 Minutos (TC6) é o mais representativo das AVD's em comparação aos outros testes de caminhada (Crapo et al., 2002).

O teste foi realizado em um corredor com 30 metros de comprimento, seguindo as recomendações da American Thoracic Society (Crapo et al., 2002). Os voluntários foram orientados a caminhar de acordo com sua tolerância ao exercício no período de 6 minutos. Frases de incentivo foram ditas durante a caminhada. Antes do início de cada teste, foram obtidas a frequência cardíaca (medida por oxímetro), pressão arterial (aferida por esfigmomanômetro e estetoscópio), bem como a percepção de esforço por meio da Escala de Borg (Anexo 3). Ao final do teste, foram registrados novamente os mesmos parâmetros. O resultado final do TC6 foi a medida da distância total percorrida em metros durante o tempo cronometrado.

Fotobiomodulação

A aplicação da TPBM ocorreu no segundo, terceiro e quarto dia do experimento, foi aplicada por uma manta de LED de 33x42cm², com distribuição equidistante - 1 cm entre eles (Guirro et al.,2020), bilateralmente sobre as regiões anterior e posterior da perna, envolvendo os músculos extensores e flexores de tornozelo, em contato direto com a pele (Figura 3). Faz-se a opção da aplicação da intervenção nesses grupos musculares, pelo acometimento distal da polineuropatia diabética (Figura 4).

Todos os LEDs foram aferidos previamente no início do projeto no Laboratório de Fotobiofísica da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, sob a coordenação do prof. Dr. Luciano Bachmann, onde foram aferidos o comprimento de onda, o ângulo de radiação, potência e densidade de potência.

Tabela 1. Caracterização dos LEDs que compõem a manta.

Variáveis	Vermelho	Infravermelho	Vermelho + infravermelho
Comprimento de onda	620±10nm	940±10nm	
Número de diodos	285	285	320
Diâmetro do diodo	0,125 cm ²	0,178 cm ²	
Densidade de Potência	52,86 mW/cm ²	33,7 mW/cm ²	
Potência do diodo	0,0066 W	0,006 W	
Potência total da manta	1,88 W	1,71 W	2,01 W
Tempo de aplicação	96 s	106 s	90 s
Energia total	180 J	180J	180 J

Figura 3. Manta de LED desenvolvida no LARF. A) manta com LED de 620nm+940nm; B) manta com LED de 620nm; C) manta com LED 940nm

Figura 4. Aplicação da manta de LED.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística foi realizada no Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) para Windows versão 20 (IBM, Inc., Chicago, IL). A estatística descritiva foi utilizada para descrever as médias e desvios-padrão das características dos participantes. A diferença entre as médias dos grupos e os intervalos de confiança de 95% (IC) foram calculados usando modelos mistos lineares tendo a linha de base como covariável. Além disso, o teste de correção de Bonferroni foi utilizado para comparar os grupos. O valor de p foi definido em 0,05. A análise de intenção de tratar foi empregada em dois voluntários, sendo um do grupo sham e outro do grupo vermelho+infravermelho.

Para se determinar o tamanho do efeito clínico das terapias propostas, foi utilizado o Cohen's d , sendo a interpretação dos valores baseada na classificação estabelecida por Cohen (1988): menor que 0,2 (pequeno efeito); em torno de 0,5 (moderado efeito); acima de 0,8 (grande efeito).

RESULTADOS

Foram incluídos sessenta e três voluntários randomizados entre os cinco grupos distintos. A Tabela 2 apresenta as características dos voluntários.

Tabela 2. Valores médios e desvio padrão das características dos voluntários.

Variáveis	Vermelho	Infravermelho	V+IV	Placebo	Controle
Idade (anos)	61,38±4,44	60,08±7,31	61,30±6,99	61,00±5,37	63,66±4,18
Tempo de diagnóstico (anos)	13,92±6,34	14,08±6,76	16,27±8,79	14,91±9,17	17,23±6,67
Massa (Kg)	89,36±21,78	86,38±13,42	97,54±19,65	80,50±18,46	80,15±13,78
EDPDD					
- Sintomas	6,46±1,89	6,76±2,16	7,8±1,72	6,25±2,22	7,00±1,63
- Sinais	4,61±1,12	4,07±0,75	4,54±1,21	4,00±0,73	4,23±0,83
Sexo	9 M e 4 F	4 M e 8 F	4 M e 7 F	5 M e 7 F	10 M e 3 F
Membro dominante	13 D	11 D e 1 E	11 D	11 D e 1 E	12 D e 1 E
IPAQ	6 S e 7 I	8 S e 4 I	7 S e 4 I	5 S e 7 I	7 S e 6 I

EDPDD: Escala para diagnóstico da polineuropatia distal diabética; M: masculino; F: Feminino; D: Direita; E: Esquerda; IPAQ: Questionário internacional de atividade física – S: sedentário e I: Insuficientemente ativo.

As médias de idade, tempo de diagnóstico e massa corporal não apresentaram diferença entre os grupos, 50,79% foram do sexo masculino e 52,38% foram classificados como sedentários no IPAQ.

Não foi observado diferença estatística entre os grupos nas variáveis do dinamômetro isocinético para pico de torque a 60°/s, trabalho a 60°/s e potência média a 180°/s, tanto para flexão como extensão de tornozelo, no membro dominante e não dominante ($p>0,05$) (Tabela 3).

A análise do tamanho do efeito clínico nas variáveis do isocinético, mostrou que não houve um padrão entre os efeitos que apareceram, não favorecendo nenhum dos três grupos de tratamento em relação aos grupos sham e controle (Tabelas 4).

Em relação aos testes funcionais de TUG e TC6, não foi encontrado diferença estatística entre os grupos ($p>0,05$) (Tabela 5).

A análise do tamanho do efeito clínico para as variáveis funcionais, mostrou que há um efeito moderado em favor dos grupos vermelho, infravermelho e vermelho+infravermelho em relação ao grupo controle para o TUG, e efeito moderado favorecendo o grupo vermelho+infravermelho em relação ao grupo controle para o TC6 (Tabela 6).

Tabela 3. Valores da diferença entre as médias dos grupos e intervalo de confiança nas variáveis do dinamômetro isocinético.

		GV x GIV	GV x GM	GV x GS	GV x GC	GIV x GM	GIV x GS	GIV x GC	GM x GS	GM x GC	GS x GC
Flexão Membro dominante	Pt (N.M)	4,13	5,52	4,08	2,94	1,38	-0,04	-1,19	-1,43	-2,58	-1,14
	60º/s	(-1,59 9,86)	(-0,66 11,71)	(-1,76 9,93)	(-2,90 8,78)	(-5,02 7,80)	(-5,96 5,86)	(-7,24 4,86)	(-7,65 4,77)	(-8,31 3,14)	(-7,03 4,74)
	T (J) 60º/s	10,21	4,32	5,48	-0,96	-5,88	-4,73	-11,18	1,15	-5,29	-6,44
	Pm (W)	(-9,53 29,95)	(-15,79 24,44)	(-14,39 25,35)	(-21,62 19,68)	(-27,62 15,85)	(-26,08 16,61)	(-33,89 11,53)	(-18,75 21,06)	(-24,94 14,35)	(-26,27 13,37)
	180º/s	2,98	0,63	0,46	-0,62	-2,34	-2,51	-3,60	-0,17	-1,25	-1,08
		(-4,22 10,19)	(-6,60 7,88)	(-6,57 7,50)	(-7,73 6,49)	(-9,84 5,16)	(-9,69 4,66)	(-11,10 3,90)	(-7,42 7,07)	(-8,51 5,99)	(-8,21 6,05)
Extensão Membro dominante	Pt (N.M)	3,16	-5,20	-8,83	-7,40	-8,36	-11,99	-10,56	-3,63	-2,20	1,42
	60º/s	(-19,06 25,38)	(-28,04 17,64)	(-30,88 13,20)	(-29,27 14,45)	(-29,83 13,11)	(-32,90 8,91)	(-32,32 11,18)	(-25,12 17,85)	(-24,54 20,13)	(-20,24 23,10)
	T (J) 60º/s	3,24	-16,17	6,95	-18,62	-19,42	3,70	-21,87	23,13	-2,45	-25,58
	Pm (W)	(-27,60 34,09)	(-47,63 15,28)	(-25,63 39,54)	(-50,10 12,85)	(-51,19 12,34)	(-28,77 36,19)	(-53,75 10,00)	(-10,31 56,57)	(-34,72 29,82)	(-59,10 7,94)
	180º/s	-0,59	-2,23	0,46	1,50	-1,63	1,06	2,10	2,70	3,73	1,03
		(-9,56 8,37)	(-11,13 6,67)	(-8,69 9,62)	(-7,03 10,04)	(-10,93 7,66)	(-8,71 10,84)	(-7,06 11,26)	(-7,01 12,41)	(-5,36 12,83)	(-8,33 10,40)
Flexão Membro não dominante	Pt (N.M)	1,90	-1,67	-0,27	-0,22	-3,58	-2,18	-2,12	1,39	1,45	0,05
	60º/s	(-4,77 8,58)	(-8,52 5,17)	(-7,09 6,54)	(-6,93 6,48)	(-10,11 2,95)	(-8,70 4,34)	(-8,51 4,26)	(-5,33 8,13)	(-5,05 7,96)	(-6,53 6,64)
	T (J) 60º/s	-6,49	-5,06	-0,76	-4,17	1,4	5,73	2,31	4,30	0,89	-3,41
	Pm (W)	(-28,02 15,03)	(-26,90 16,76)	(-22,34 20,82)	(-25,33 16,990)	(-20,79 23,64)	(-16,31 27,77)	(-19,28 23,91)	(-17,81 26,41)	(-20,65 22,43)	(-24,94 18,12)
	180º/s	0,52	1,17	-1,33	0,36	0,65	-1,86	-0,15	-2,51	-0,81	1,70
		(-5,96 7,01)	(-5,37 7,73)	(-7,82 5,15)	(-6,08 6,81)	(-6,11 7,42)	(-8,52 4,80)	(-6,83 6,52)	(-9,18 4,15)	(-7,29 5,67)	(-4,85 8,25)
Extensão Membro não dominante	Pt (N.M)	6,54	2,83	4,38	6,62	-3,70	-2,15	0,08	1,55	3,79	2,24
	60º/s	(-6,56 19,64)	(-10,09 15,76)	(-8,94 17,71)	(-6,31 19,57)	(-17,11 9,69)	(-15,81 11,50)	(-13,24 13,42)	(-12,07 15,17)	(-9,45 17,04)	(-11,36 15,84)
	T (J) 60º/s	38,62	28,34	48,30	31,09	-10,27	9,68	-7,52	19,96	2,75	-17,21
	Pm (W)	(-4,00 81,240)	(-15,52 72,20)	(3,06 93,54)	(-12,72 74,90)	(-54,23 33,67)	(-35,62 54,99)	(-51,40 36,34)	(-26,33 66,26)	(-42,16 47,67)	(-63,50 29,08)
	180º/s	5,36	5,00	2,72	9,46	-0,35	-2,63	4,10	-2,27	4,46	6,74
		(-9,56 20,29)	(-9,63 19,64)	(-13,64 19,10)	(-5,41 24,35)	(-15,43 14,71)	(-19,43 14,15)	(-10,52 18,73)	(-18,63 14,07)	(-10,55 19,47)	(-9,99 23,48)

Pt: Pico de torque; N.m: Newton por metro; T: Trabalho; J: Joules; Pm: Potência média; W: Watts; GV: grupo vermelho; GIV: grupo infravermelho; GV+IV: grupo vermelho +infravermelho; GS: grupo sham; GC: grupo controle.

Tabela 4. Effect size das variáveis do dinamômetro isocinético

		GV x GIV	GV x GV+IV	GV x GS	GV x GC	GIV x GV+IV	GIV x GS	GIV x GC	GV+IV x GS	GV+IV x GC	GS x GC
Flexão Membro dominante	Pt (N.m) 60º/s	1,02	0,51	0,68	0,17	-0,70	-0,44	-1,11	0,23	-0,43	-0,65
	T (J) 60º/s	0,71	0,07	0,20	-0,46	-0,62	-0,53	-1,12	0,12	-0,51	-0,66
	Pm (W) 180º/s	0,74	0,03	0,21	-0,28	-0,87	-0,49	-1,25	0,21	-0,38	-0,52
Extensão Membro dominante	Pt (N.m) 60º/s	0,67	-0,06	-0,27	-0,31	-0,76	-0,80	-0,95	-0,22	-0,26	-0,01
	T (J) 60º/s	0,40	-0,69	0,43	-0,64	-1,04	0,00	-0,90	1,07	-0,10	-0,91
	Pm (W) 180º/s	0,23	-0,07	-0,14	0,24	-0,34	-0,38	-0,01	-0,09	0,35	0,39
Flexão Membro não dominante	Pt (N.m) 60º/s	0,43	-0,28	0,11	-0,01	-0,83	-0,34	-0,48	0,44	0,30	-0,13
	T (J) 60º/s	-0,35	-0,67	-0,16	-0,48	-0,09	0,20	0,01	0,39	0,14	-0,25
	Pm (W) 180º/s	0,15	0,08	-0,12	-0,15	-0,10	-0,29	-0,54	1,23	0,72	1,12
Extensão Membro não dominante	Pt (N.m) 60º/s	0,80	0,14	0,31	0,47	-0,76	-0,48	-0,47	0,19	0,36	0,12
	T (J) 60º/s	0,84	0,51	1,01	0,68	-0,53	0,38	-0,26	0,89	0,27	-0,62
	Pm (W) 180º/s	0,70	0,41	0,11	1,08	-0,38	-0,58	0,52	-0,28	0,92	1,96

Pt: Pico de torque; N.m: Newton por metro; T: Trabalho; J: Joules; Pm: Potência média; W: Watts; GV: grupo vermelho; GIV: grupo infravermelho; GV+IV: grupo vermelho +infravermelho; GS: grupo sham; GC: grupo controle.

Tabela 5. Valores da diferença entre as médias dos grupos e intervalo de confiança nos testes funcionais

		GV x GIV	GV x GV+IV	GV x GS	GV x GC	GIV x GV+IV	GIV x GS	GIV x GC	GV+IV x GS	GV+IV x GC	GS x GC
Funcionais	TUG (s)	-0,19 (-1,43 1,05)	-0,30 (-1,59 0,98)	0,02 (-1,23 1,29)	-0,08 (-1,34 1,17)	-0,11 (-1,42 1,18)	0,22 (-1,05 1,49)	0,10 (-1,19 1,41)	0,33 (-0,97 1,65)	0,22 (-1,08 1,53)	-0,11 (-1,39 1,16)
	TC6 (m)	-3,53 (-58,45 51,37)	-16,50 (-71,32 38,31)	17,89 (-36,17 71,96)	43,61 (-10,31 97,55)	-12,96 (-68,74 42,80)	21,43 (-33,60 76,46)	47,15 (-7,74 102,05)	34,39 (-20,54 89,34)	60,12 (5,31 114,93)	25,72 (-28,33 79,77)

TUG: time up and go; TC6: Teste de caminhada de 6 minutos; S: segundos; M: metros; GV: grupo vermelho; GIV: grupo infravermelho; GV+IV: grupo vermelho +infravermelho; GS: grupo sham; GC: grupo controle.

Tabela 6. Effect size dos testes funcionais

		GV x GIV	GV x GV+IV	GV x GS	GV x GC	GIV x GV+IV	GIV x GS	GIV x GC	GV+IV x GS	GV+IV x GC	GS x GC
Funcionais	TUG (s)	-0,36	-0,18	0,12	0,53	0,19	0,43	0,67	0,27	0,58	0,49
	TC6 (m)	0,18	-0,33	0,11	0,38	-0,44	-0,08	0,15	0,43	0,66	0,27

TUG: time up and go TC6: Teste de caminhada de 6 minutos S: segundos M: metros GV: grupo vermelho GIV: grupo infravermelho GV+IV: grupo vermelho +infravermelho GS: grupo sham GC: grupo controle

DISCUSSÃO

A luz que é irradiada na terapia de fotobiomodulação, é absorvida no interior da mitocôndria, pelo citocromo c oxidase, aumentando a produção de ATP (Karu, 1999; Karu 2010; Hamblin, 2018). Os indivíduos diabéticos apresentam anormalidades morfológicas nas mitocôndrias (Krause et al., 2011), diminuindo seu metabolismo energético, levando a menor capacidade funcional (Kelley et al., 2002). Visto isso o presente estudo investigou a resposta da aplicação aguda do LED em diferentes comprimentos de onda e sem a associação de atividade física, para aumento de performance e melhora do desempenho funcional, com a possibilidade de um efeito acumulativo e agudo da terapia.

A manta de LEDs recobriu toda a musculatura anterior e posterior da perna, em contato direto com a pele, como recomendado por Leal-Junior et al. (2019). No nosso conhecimento, esse é o primeiro ensaio clínico controlado randomizado que aplicou a TPBM sobre os músculos de indivíduos diabéticos tipo 2, visando melhora de performance e funcionalidade.

Neste estudo não foi evidenciado efeitos adicionais na utilização da TPBM nas variáveis de pico de torque, trabalho e potência média no exercício isocinético nos parâmetros de 180J, após três aplicações, recobrindo toda a perna, por noventa e seis segundos na manta de LED vermelho, cento e seis segundos na manta de LED infravermelho e noventa segundos na manta de LED infravermelho+vermelho.

Estudos prévios trazem os efeitos da terapia de fotobiomodulação (LLLT 808nm) quando aplicada nos parâmetros de 56J de energia total, distribuídos em oito pontos, cada um irradiado por setenta segundos, associada a treino de força por oito semanas consecutivas, foram positivos para a melhora dos parâmetros isocinéticos em mulheres idosas (Toma et al., 2016). Considerando os mesmos parâmetros da TPBM (LLLT 808nm), Toma et al. (2013) e Vassão et al. (2016) concluíram que a TPBM é mais efetiva quando aplicada antes de um protocolo de fadiga isocinética, atenuando a fadiga e aumentando o número de repetições em mulheres idosas.

Já Fritsch et al. (2018), não encontraram diferença significativa nos parâmetros isocinéticos, quando associou TPBM (LLLT 850nm) com treino de resistência por doze semanas, aplicando a TPBM nos parâmetros de 240J de energia total, distribuídos em sete pontos, cada um irradiado por sessenta segundos, antes do treino com população de

homens idosos. Nessa mesma linha, Tucci et al. (2019) associaram a TPBM (112J de energia total irradiados em 120 segundos; LED 660nm, LLLT 808nm) ao treino de resistência por oito semanas em população de mulheres idosas, não observando diferença no teste de 1 repetição máxima.

Apesar da similaridade da idade da população do nosso estudo com os citados, estes irradiaram o quadríceps femoral e avaliaram o movimento da articulação do joelho, no presente estudo avaliamos a articulação do tornozelo, visto que a população de DM com neuropatia periférica, apresentam comprometimento muscular de distal para proximal, com acometimento inicial dos músculos tibial anterior e tríceps sural (Llewelyn, 2003). Não foi possível observar os mesmos ganhos nos parâmetros isocinéticos dos indivíduos, uma vez que o modelo de aplicação foi diferente, com parâmetros diferentes e os indivíduos apresentavam uma doença crônica de base, mostrando que a aplicação consecutiva, visando efeito acumulativo, não associada a atividade física, parece não ser a melhor aplicação para a TPBM.

Outra análise realizada, foi o desempenho funcional por meio do *time up and go* (TUG) e teste de caminhada de 6 minutos (TC6). O resultado do teste TUG evidenciou um efeito clínico moderado quando comparado o grupo vermelho, infravermelho e vermelho+infravermelho comparado ao grupo controle. A execução deste teste é rápido, onde requer a utilização de fibras de contração rápida. Fritsch et al. (2018) não encontraram diferença significativa na análise do TUG em homens idosos, porém este associou a TPBM (LLLT 850nm) nos parâmetros de 240J de energia total, distribuídos em sete pontos, cada um irradiado por sessenta segundos, com treino de resistência.

O resultado do TC6 foi um valor moderado de efeito clínico quando comparado a terapia com combinação dos LEDs vermelho+infravermelho ao grupo controle. Sabe-se que o TC6 é um teste submáximo, de fácil aplicabilidade, onde requer um recrutamento maior de fibras musculares de contração lenta. Tucci et al. (2019) aplicaram TPBM (LED 660nm, LLLT 808nm) nos parâmetros de 112J de energia total irradiados em 120 segundos, após sessão de treino de resistência em mulheres idosas e encontrou melhora no índice de fadiga, o que pode justificar os resultados encontrados no presente estudo. Toma et al. (2016) não encontraram diferença no TC6 em mulheres idosas, porém a associação do TPBM (LLLT 808nm) nos parâmetros de 56J de energia total, distribuídos em oito pontos, cada um irradiado por setenta segundos, foi com treino de força e não de resistência.

Em relação a fibra muscular do indivíduo diabético, sabe-se que há uma atividade reduzida da ATPase, nas fibras do tipo I e tipo II; além disso, também há uma redução na quantidade de fibras do tipo I (Oberbach et al., 2006). Nossos resultados sugerem, que a TPBM gerou o aumento esperado de ATP, conseqüentemente trouxe um efeito benéfico nos testes de TUG e TC6.

O único estudo clínico publicado até o momento, que avaliou uma população de diabéticos com idade semelhante e, não avaliou o desempenho muscular ou funcional, diferente do presente estudo, limitando-se a analisar os níveis de glicose, e concluíram que a associação da TPBM ao exercício moderado diminui os níveis de glicose agudamente (Francisco et al., 2018).

Os efeitos da terapia de fotobiomodulação estão bem consolidados na literatura. Há revisões que recomendam seu uso no aumento da performance muscular e redução da fadiga (Ferraresi et al., 2016; Vanin et al., 2018; Leal-junior et al., 2019). No entanto, alguns parâmetros, como a energia total aplicada, ainda não está totalmente definida, sendo apresentadas amplas faixas de energia, indicando que a TPBM pode ser realizada em pequenos grupos musculares na faixa de 20J-60J e de 60J-300J para grandes músculos, e diferentes combinações de comprimentos de onda (Leal-junior et al., 2019). No presente estudo utilizou-se a energia de 180J por considerar que a irradiação de toda a perna é uma área muscular grande com vários músculos envolvidos.

Estudos futuros podem explorar melhor a utilização desta terapia em indivíduos diabéticos, considerando as diferentes possibilidades de composição das variáveis físicas da fotobiomodulação, associando-a com atividade física, bem como complementando os resultados com testes bioquímicos e avaliações por um período maior de tempo.

CONCLUSÃO

Conclui-se que a terapia de fotobiomodulação em indivíduos diabéticos do tipo 2, com neuropatia distal, apresentou efeito clínico moderado no teste *de time up and go* na comparação dos grupos LED vermelho, infravermelho e vermelho+infravermelho quando comparados ao grupo controle e no teste de caminhada de 6 minutos quando comparada a terapia com LED vermelho+infravermelho ao grupo controle. Para o isocinético não foi observado efeito clínico significativo em nenhuma das variáveis analisadas..

REFERÊNCIAS

- Anton SD, Karabetian C, Naugle K, Buford TW. Obesity and diabetes as acceleration of functional decline: can lifestyle interventions maintain functional status in high risk older adults? *Exp Gerontol*. 2013; 48 (9): 888-97
- Assis L, Manis C, Fernandes KR, Cabral D, Magri A, Veronez S, Renno ACM: Investigation of the comparative effects of red and infrared laser therapy on skeletal muscle repair in diabetic rats. *Am J Phys Med Rehabil* 2016; 95:525-534.
- Bischoff HA, Stähelin HB, Monsch AU, Iversen MD, Weyh A, von Dechend M, 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 Ageing*. 2003;32(3):315–20.
- Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Estratégias para o cuidado da pessoa com doença crônica: diabetes mellitus. Brasília, 2013. (Cadernos de Atenção Básica, n. 36)
- Crapo RO, Casaburi R, Coates AL, Enright PL, MacIntyre NR, McKay RT, et al. ATS statement: Guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002;166(1):111–7.
- D. G. Nicholls, “Mitochondrial function and dysfunction in the cell: its relevance to aging and aging-related disease,” *Int. J. Biochem. Cell Biol*. 2002; 34(11) 1372–1381.
- Davies B, et al. The role of physical activity na psychological coping strategies in the management of painful diabetic neuropathy – A systematic review of the literatura. *Physiotherapy*. 2015;101(4):319-26
- Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes: 2014-2015/Sociedade Brasileira de Diabetes; [organizacao Jose Egidio Paulo de Oliveira, Sergio Vencio]. – Sao Paulo: AC Farmaceutica, 2015.
- Farrag A, Elsayed W. Habitual Use of High-Heeled Shoes Affects Isokinetic Soleus Strength More Than Gastrocnemius in Healthy Young Females *Foot & Ankle International*. 2016;(37)1–9.
- Ferraresi C, Huang YY, Hamblin MR. Photobiomodulation in human muscle tissue: an advantage in sports performance?. *J Biophotonics*. 2016;9(11-12):1273-1299.
- Ferreira JP, Sartor CD, Leal ÂM, Sacco IC, Sato TO, Ribeiro IL, Soares AS, Cunha JE, Salvini TF. The effect of peripheral neuropathy on lower limb muscle strength in diabetic individuals. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2017;43:67-73.
- França CM, Santana CL, Takahashi CB, Alves NA, Mernick APS, Fernandes KPS, Silva DFT, Bussadori SK, Mesquita-Ferrari RA. Effect of laser therapy on skeletal muscle repair process in diabetic rats. *Lasers Med Sci* 2013; 28:1331–1338
- Francisco CO, Beltrame T, Hughson RL, Milan-Mattos JC, Ferroli-Fabricio AM, Galvão Benze B, Ferraresi C, Parizotto NA, Bagnato VS, Borghi-Silva A, Porta A, Catai AM. Effects of light-emitting diode therapy (LEDT) on cardiopulmonary and hemodynamic

adjustments during aerobic exercise and glucose levels in patients with diabetes mellitus: A randomized, crossover, double-blind and placebo-controlled clinical trial. *Complement Ther Med*. 2019; 42:178-183.

Frigero M, Dos Santos SA, Serra AJ, Dos Santos Monteiro Machado C, Portes LA, Tucci PJF, Silva F, Leal-Junior EC, de Carvalho PTC. Effect of photobiomodulation therapy on oxidative stress markers of gastrocnemius muscle of diabetic rats subjected to high-intensity exercise. *Lasers Med Sci*. 2018; 33(8):1781-1790

Fritsch CG, Dornelles MP, Teodoro JL, da Silva LXN, Vaz MA, Pinto RS, Cadore EL, Baroni BM. Effects of photobiomodulation therapy associated with resistance training in elderly men: a randomized double-blinded placebo-controlled trial. *Eur J Appl Physiol*. 2019; 119(1):279-289.

Hamblin MR. Mechanisms and Mitochondrial Redox Signaling in Photobiomodulation. *Photochem Photobiol*. 2018; 94(2):199-212

He J, Watkins S, Kelley DE. Skeletal muscle lipid content and oxidative enzyme activity in relation to muscle fiber type in type 2 diabetes and obesity. *Diabetes* 2001;50(4):817-23.

Hode, L. The importance of the coherency. *Photomed. Laser Surg*. 2005; 23, 431–434.

Karu, T. Primary and secondary mechanism of action of visible to near-IR radiation on cells. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*. 199; 49(1):1-17.

Kelley DE, He J, Menshikova EV, Ritov VB. Dysfunction of mitochondria in human skeletal muscle in type 2 diabetes. *Diabetes* 2002;51(10):2944-50.

Keszler A, Lindemer B, Weihrauch D, Jones D, Hogg N, Lohr NL. Red Near Infrared Light Stimulates Release of an Endothelium Dependent Vasodilator and Rescues Vascular Dysfunction in a Diabetes Model. *Free Radic Biol Med*. 2017;113:157-164.

Kim, W. S. and R. G. Calderhead. Is light-emitting diode phototherapy (LED-LLLT) really effective? *Laser Ther*. 2011; 20, 205–215.

Krause MP, Riddell MC, Hawke TJ. Effects of type 1 diabetes mellitus on skeletal muscle: clinical observations and physiological mechanisms. *Pediatric Diabetes* 2011;12: 345–364.

L. F. de Freitas and M. R. Hamblin, “Proposed mechanisms of photobiomodulation or low-level light therapy,” *IEEE J. Sel. Top. Quantum Electron*. 2016; 22(3), 348–364

Lang IA, Llewellyn DJ, Alexander K, Melzer D. Obesity, physical function, and mortality in older adults. *J. Am. Geriatr. Soc*. 2008;56 (8),1474–1478.

Leal-Junior ECP, Lopes-Martins RÁB, Bjordal JM. Clinical and scientific recommendations for the use of photobiomodulation therapy in exercise performance enhancement and post-exercise recovery: current evidence and future directions. *Braz J Phys Ther*. 2019; 23(1):71-75.

Llewellyn JG. The diabetic neuropathies: types, diagnosis and management. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2003;74(2)15-19

Malik RA, Tesfaye S, Newrick PG, Walker D, Rajbhandari SM, Siddique I, et al. Sural nerve pathology in diabetic patients with minimal but progressive neuropathy. *Diabetologia*. 2005;48(3):578-85.

Matsudo S, Araujo T, Matsudo V, Andrade D, Andrade E, Oliveira LC, Braggion G. Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ): estudo de validade e reprodutibilidade no Brasil. *Atividade Física e Saúde*. 2001;6(2):5-18.

Mester, A. Laser biostimulation. *Photomed. Laser Surg*. 2013; 31, 237–239.

Moreira RO, Castro AP, Papelbaum M, Appolinário JC, Ellinger VCM, Coutinho WF, Zagury L. Tradução para o português e avaliação da confiabilidade de uma escala para diagnóstico da polineuropatia distal diabética. *Arq Bras Endocrinol Metab*. 2005;49(6):944-50

Oberbach A, Bossenz Y, Lehmann S, Niebauer J, Adams V, Paschke R, Schön MR, Blüher M, Punkt K. Altered fiber distribution and fiber-specific glycolytic and oxidative enzyme activity in skeletal muscle of patients with type 2 diabetes. *Diabetes Care*. 2006;29(4):895-900.

Park SW, Goodpaster BH, Strotmeyer ES, de Rekeneire N, Harris TB, Schwartz AV, Tylavsky FA, Newman AB. Decreased muscle strength and quality in older adults with diabetes. *Diabetes Care*. 2006; 55(6), 1813–1818.

Peplow PV, Baxter GD. Testing infrared laser phototherapy (810 nm) to ameliorate diabetes: irradiation on body parts of diabetic mice. *Lasers Surg Med* 2013; 4:240-5

Podsiadlo D, Richardson S. The Timed “Up & Go”: A Test of Basic Functional Mobility for Frail Elderly Persons. *J Am Geriatr Soc [Internet]*. 1991;39(2):142–8.

Rekeneire N, Volpato S. Physical Function and Disability in Older Adults with Diabetes. *Clin Geriatr Med*. 2015; 31:51–65

Sacco IC, Amadio AC. Influence of the diabetic neuropathy on the behavior of eletromyographic and sensorial responses in treadmill gait. *Clin Biomech*. 2003;18(5):426-34

Silva G, Ferraresi C, de Almeida RT, Motta ML, Paixão T, Ottone VO, Fonseca IA, Oliveira M, Rocha-Vieira E, Dias-Peixoto MF, Esteves EA, Coimbra CC, Amorim FT, de Castro Magalhães F. Infrared photobiomodulation (PBM) therapy improves glucose metabolism and intracellular insulin pathway in adipose tissue of high-fat fed mice. *Lasers Med Sci*. 2018; 3:559-571

Simoneau JÁ, Veerkamp JH, Turcote LP, Kelley DE. Markers of capacity to utilize fatty acids in human skeletal muscle: relation to insulin resistance and obesity and effects of weight loss. *FASEB J*. 1999; 13(14):2051-60.

T. I. Karu, “Multiple roles of cytochrome c oxidase in mammalian cells under action of red and IR-A radiation,” *IUBMB Life*. 2010; 62(8), 607–610.

Takhtfooladi HÁ, Asghari A, Amirkamali S, Hoseinzadeh HÁ, Takhtfooladi MA. Evaluation of low-level laser therapy on skeletal muscle ischemia–reperfusion in

streptozotocin-induced diabetic rats by assaying biochemical markers and histological changes. *Lasers Med Sci.* 2016; 6:1211-7

Toma RL, Tucci HT, Antunes HK, Pedroni CR, de Oliveira AS, Buck I, Ferreira PD, Vassão PG, Renno AC. Effect of 808 nm low-level laser therapy in exercise-induced skeletal muscle fatigue in elderly women. *Lasers Med Sci.* 2013;28(5):1375-82

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

Tucci HT, Figueiredo DS, de Paula Carvalho R, Souza ACF, Vassão PG, Renno ACM, Ciol MA. Quadriceps femoris performance after resistance training with and without photobiomodulation in elderly women: a randomized clinical trial. *Lasers Med Sci.* 2019; 34(8):1583-1594.

Vanin AA, Verhagen E, Barboza SD, Costa LOP, Leal-Junior ECP. Photobiomodulation therapy for the improvement of muscular performance and reduction of muscular fatigue associated with exercise in healthy people: a systematic review and meta-analysis. *Lasers Med Sci.* 2018; 33(1):181-214.

Vassão PG, Toma RL, Antunes HK, Tucci HT, Renno AC. Effects of photobiomodulation on the fatigue level in elderly women: an isokinetic dynamometry evaluation. *Lasers Med Sci.* 2016; 31(2):275-82.

APÊNDICE

Apêndice 1

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado a participar da pesquisa intitulada “Efeito agudo da fototerapia com diodo emissor de luz (led) nas capacidades de força e desempenho funcional em indivíduos diabéticos”, coordenado pelo Prof. Dr. Rinaldo R J Guirro e desenvolvido por mim, Aline Gobbi, vinculada ao Programa de Pós-graduação em Reabilitação e Desempenho Funcional da FMRP-USP. A pesquisa tem como objetivo analisar os efeitos da aplicação da luz sobre a força, equilíbrio e marcha de indivíduos diabéticos. Caso você concorde em participar do estudo será realizada uma entrevista inicial, seguido de testes de força do tornozelo, dos músculos da perna, de equilíbrio, caminhada e fluxo sanguíneo. O estudo terá três grupos de intervenção, um grupo controle e um grupo placebo, você poderá estar em qualquer um destes grupos. Caso você esteja no grupo controle ou placebo, após as avaliações necessárias, o tratamento será oferecido. A intervenção proposta consiste na aplicação de uma manta com LEDs vermelho (Grupo –V) ou LEDs infravermelha (Grupo – IV), por no máximo 5 minutos, três dias seguidos, sendo realizadas duas avaliações em dias previamente agendados. A aplicação será realizada sobre a região anterior e posterior da perna e não causará nenhuma sensação. Todas as etapas da pesquisa ocorrerão no laboratório de recursos fisioterapêuticos, na Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto – USP. Você não será submetido a nenhuma situação conhecida que lhe cause risco a saúde, o risco que poderá ocorrer é um desconforto, decorrente dos testes de força muscular, marcha e equilíbrio no momento das avaliações, as quais poderão ser interrompidas se assim você desejar. Os pesquisadores comprometem-se a garantir o sigilo quanto aos seus dados pessoais e de exames, assegurando-lhe absoluta privacidade e lhe garantindo formas de indenização diante dos eventuais danos decorrentes da pesquisa, conforme as leis vigentes no país. Serão fornecidos os custos do transporte para as avaliações e você não receberá nenhum benefício ou remuneração por sua participação nessa pesquisa, caso precise de acompanhante, este também receberá os custos do transporte. Você deverá continuar com as atividades que já faz normalmente, enquanto durar o período de aplicação e coletas. A sua participação neste estudo é voluntária. As informações obtidas nesta pesquisa são sigilosas e não poderão ser consultadas por pessoas não ligadas a essa pesquisa. Você receberá uma via deste termo de consentimento, com as devidas

assinaturas e as páginas rubricadas. Os documentos, os dados e as imagens poderão ser utilizadas para fins estatísticos, didáticos e científicos, respeitando a sua privacidade e anonimato. Não será realizado nenhum exame ou tratamento sem a sua ciência ou autorização, e mesmo assim, você pode se desligar desta pesquisa a qualquer momento sem que isso cause qualquer penalidade ou prejuízo a você. O possível benefício da aplicação da manta de LED é a melhora do desempenho muscular, aumentando a força e diminuindo o cansaço das pernas e melhora do fluxo sanguíneo local. Na condição de participante, você poderá ter acesso aos resultados da pesquisa. DECLARO, na condição de sujeito dessa pesquisa, que li e concordo em participar voluntariamente desta pesquisa.

Ribeirão Preto, _____ de _____ de 201_____

Nome do participante

Assinatura

Ribeirão Preto, _____ de _____ de 201_____

Pesquisadora – Aline Gobbi

Aline Gobbi

PPG em Reabilitação e Desempenho Funcional - FMRP/ USP.

Fone: (13) 996153256 - e-mail: gobbi.aline@hotmail.com

Prof. Dr. Rinaldo R J Guirro

Professor do PPG em Reabilitação e Desempenho Funcional - FMRP/USP.

Fone: (16) 3602-4584 - e-mail: rguirro@fmrp.usp.br

Para qualquer questão ética sobre esse estudo contatar

Comitê de Ética em Pesquisa HC-FMRP/USP - Fone: (16) 3602-2228

Apêndice 2

Ficha de anamnese

Data: ____/____/____

Nome: _____ Sexo: _____

End. _____

E-mail: _____ Fone: _____

Data de Nascimento: ____/____/____ Estado Civil: _____

Peso: _____ Altura: _____ IMC: _____ Tempo _____ de diagnóstico:

Doenças

pregressas: _____

Medicamentos em uso: _____

Membro dominante: _____

PA: _____

AVALIAÇÃO FUNCIONAL

	1º avaliação	2º avaliação
TUG		
T6 PA		
T6 FC		
T6 FR		
T6 Distância		

ANEXOS

Anexo 1

Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ)

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

Sexo: ____

Você trabalha de forma remunerada: () Sim () Não ()

Quantas horas você trabalha por dia: ____ Quantos anos completos você estudou:

De forma geral sua saúde está: () Excelente () Muito boa () Boa () Regular () Ruim

As perguntas que seguem estão relacionadas ao tempo que você gasta fazendo atividade física em uma semana **NORMAL, USUAL** ou **HABITUAL**. As perguntas incluem as atividades que você faz no trabalho, para ir de um lugar a outro, por lazer, por esporte, por exercício ou como parte das suas atividades em casa ou no jardim. Suas respostas são **MUITO** importantes.

Por favor responda cada questão mesmo que considere que não seja ativo.

Obrigado pela sua participação!

Para responder as questões lembre-se de que:

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

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

1a. Em quantos dias de uma semana normal, você realiza atividades **VIGOROSAS** **por pelo menos 10 minutos contínuos**, como por exemplo correr, fazer ginástica aeróbica, jogar futebol, pedalar rápido na bicicleta, jogar basquete, fazer serviços domésticos pesados em casa, no quintal ou no jardim, carregar pesos elevados ou qualquer atividade que faça você suar **BASTANTE** ou aumentem **MUITO** sua respiração ou batimentos do coração.

Dias ____ por **SEMANA** () nenhum

1b. Nos dias em que você faz essas atividades vigorosas **por pelo menos 10 minutos contínuos**, quanta tempo no total você gasta fazendo essas atividades **por dia**?

horas: ____ Minutos: ____

2a. Em quantos dias de uma semana normal, você realiza atividades **MODERADAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo pedalar leve na bicicleta, nadar, dançar, fazer ginástica aeróbica leve, jogar vôlei recreativo, carregar pesos leves, fazer serviços domésticos na casa, no quintal ou no jardim como varrer, aspirar, cuidar do jardim, ou qualquer atividade que faça você suar leve ou aumentem **moderadamente** sua respiração ou batimentos do coração (**POR FAVOR NAO INCLUA CAMINHADA**)

Dias ____ por **SEMANA** () nenhum

2b. Nos dias em que você faz essas atividades moderadas por pelo menos 10 minutos contínuos quanta tempo no total você gasta fazendo essas atividades por dia?

horas:____ Minutos:____

3a. Em quantos dias de uma semana normal você caminha por pelo menos 10 minutos contínuos em casa ou no trabalho, como forma de transporte para ir de um lugar para outro, por lazer, por prazer ou como forma de exercício?

Dias ____ por **SEMANA** () nenhum

3b. Nos dias em que você caminha por pelo menos 10 minutos contínuos quanta tempo no total você gasta caminhando por dia?

horas:____ Minutos:____

4a. Estas ultimas perguntas são em relação ao tempo que você gasta sentado ao todo no trabalho, em casa, na escola ou faculdade e durante o tempo livre. Isto inclui o tempo que você gasta sentado no escritório ou estudando, fazendo lição de casa, visitando amigos, lendo e sentado ou deitado assistindo televisão.

Quanto tempo por dia você fica sentado em um dia da semana?

horas:____ Minutos:____

4b. Quanto tempo por dia você fica sentado no final de semana?

horas:____ Minutos:____

Anexo 2

Escala para Diagnóstico da Polineuropatia Distal Diabética

Escore de Sintomas Neuropáticos (ESN)

Original: Young MJ, Boulton AJM, Macleod AF e cols.
Tradução: Moreira RO, Castro AP, Papelbaum M e cols.

1. O senhor(a) tem experimentado dor ou desconforto nas pernas?	☐ Se NÃO, interromper a avaliação
☐ Se SIM, continuar a avaliação	
2. Que tipo de sensação mais te incomoda?
(Descrever os sintomas se o paciente não citar nenhum destes)	☐ Queimação, dormência ou formigamento
☐ Fadiga, câimbras ou prurido	2 pts
1 pt
3. Qual a localização mais freqüente desse(a) (sintoma descrito)?	☐ Pés
☐ Panturrilha
☐ Outra localização	2 pts
1 pt
0 pt
4. Existe alguma hora do dia em que este(a) (sintoma descrito) aumenta de intensidade?	☐ Durante a noite
☐ Durante o dia e a noite
☐ Apenas durante o dia	2 pts
1 pt
0 pt
5. Este(a) (sintoma descrito) já o(a) acordou durante a noite?	☐ Sim
☐ Não	1 pt
0 pt
6. Alguma manobra que o(a) senhor(a) o realiza é capaz de diminuir este(a) (sintoma descrito)?
(Descrever as manobras para o paciente se ele não citar nenhuma delas)	☐ Andar
☐ Ficar de pé
☐ Sentar ou deitar	2 pts
1 pt
0 pt

Escore Total: ____ Classificação: Leve / Moderado / Grave

Um escore de 3-4 implica em sintomas leves, 5-6 sintomas moderados e 7-9 sintomas graves.

Escore de Comprometimento Neuropático (ECN)

Original: Young MJ, Boulton AJM, Macleod AF e cols.
Tradução: Moreira RO, Castro AP, Papelbaum M e cols.

O ECN é derivado do exame do Reflexo Aquileu e da sensibilidade vibratória, dolorosa e térmica do hálux bilateralmente. As modalidades sensitivas devem ser pontuadas com (0) se presente, (1) se reduzido/ausente, e os reflexos como (0) se normal, se presente com reforço ou (2) se ausente, para cada lado.

		Direito	Esquerdo
Reflexo Aquileu			
	Vibratória		
Sensação	Dolorosa		
	Térmica		

Escore Total: ____ Classificação: Leve / Moderada / Grave

Pontuações: de 3 a 5 é considerado com evidência de sinais neuropáticos leves; 6 a 8, como moderado, e um escore de 9 a 10, como sinais neuropáticos graves.

Crítérios Diagnósticos

Neuropatia Periférica: ☐ SIM ☐ NÃO

Os critérios mínimos aceitáveis para o diagnóstico de neuropatia periférica são: sinais moderados com ou sem sintomas ou sinais leves com sintomas moderados. Sinais leves sozinhos ou com sintomas leves não são considerados adequados para se fazer o diagnóstico de neuropatia periférica.

Anexo 3

Escala modificada de Borg

0	Nenhuma
0,5	Muito, muito leve
1	Muito leve
2	Leve
3	Moderada
4	Pouco intensa
5	Intensa
6	
7	Muito intensa
8	
9	Muito, muito intensa
10	Máxima