

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

**EDILÉA MONTEIRO DE OLIVEIRA**

**EFEITOS DA TERAPIA POR FOTOBIMODULAÇÃO APLICADO  
IMEDIATAMENTE ANTES DOTREINAMENTO RESISTIDO EM IDOSAS  
DIABÉTICAS DO TIPO 2.**

**São Paulo, SP**

**2018**

**EDILÉA MONTEIRO DE OLIVEIRA**

**EFEITOS DA TERAPIA POR FOTOBIMODULAÇÃO APLICADO  
IMEDIATAMENTE ANTES DOTEINAMENTO RESISTIDO EM IDOSAS  
DIABÉTICAS DO TIPO 2.**

Projeto de tese de doutorado apresentado à  
Universidade Nove de Julho para obtenção do  
título de doutora em Ciências da Reabilitação.

Orientador: Prof. Dr. Paulo de Tarso Camillo de  
Carvalho.

Coorientadora: Dra. Katia Simone Kietzer.

**São Paulo, SP**

**2018**

Oliveira, Ediléa Monteiro de.

Efeitos da terapia por fotobiomodulação aplicado imediatamente antes do treinamento resistido em idosas diabéticas do tipo 2. /  
Ediléa Monteiro de Oliveira. 2018.

80 f.

Tese (Doutorado) – Universidade Nove de Julho - UNINOVE, São Paulo, 2018.

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

1. Diabetes Mellitus. 2. Diodo emissor de luz. 3. Terapia por fotobiomodulação. 4. Treinamento resistido. 5. Desempenho muscular.  
I. Carvalho, Paulo de Tarso Camillo de. II. Titulo

CDU 615.8

São Paulo, 09 de março de 2018.

**TERMO DE APROVAÇÃO**

Aluno(a): Ediléa Monteiro de Oliveira

Título da Tese: "Efeitos da Terapia por Fotobiomodulação Aplicado Imediatamente antes do Treinamento Resistido em Idosas Diabéticas do Tipo 2".

Presidente: PROF. DR. PAULO DE TARSO CAMILLO DE CARVALHO



Membro: PROF. DR. ERNESTO CESAR PINTO LEAL JUNIOR



Membro: PROFA. DRA. LUCIANA MARIA MALOSÁ SAMPAIO JORGE



Membro: PROF. DR. LUCIO FRIGO

 L

## RESUMO

**OBJETIVO:** Avaliar os efeitos da terapia por fotobiomodulação (TFBM) aplicado imediatamente antes do treinamento resistido em idosas diabéticas do tipo 2.

**MÉTODOS:** O estudo 1 consistiu em uma revisão sistemática registrada no PROSPERO (CRD42017060857), com estudos controlados e randomizados, baseado no PRISMA, no qual foram utilizadas as bases de dados LILACS, IBECS, Pubmed/MEDLINE, Cochrane Library, SciELO, PEDro, ScienceDirect e Bireme sendo pesquisadas pela combinação dos descriptores *diabetes mellitus* tipo 2 (DM2), treinamento de resistência, exercício aeróbio e estresse oxidativo em português, inglês e espanhol. A qualidade metodológica dos artigos foi avaliada pela escala PEDro. Procedeu-se a leitura, análise, extração e síntese dos dados. O estudo 2 consistiu em um ensaio clínico, controlado, randomizado e duplo-cego. 32 voluntárias foram selecionadas entre 60 e 75 anos, com diagnóstico de diabetes mellitus tipo 2, seguindo os critérios de inclusão/exclusão pré-estabelecidos. Foram verificadas a força muscular de quadríceps pelo teste de 10 repetições máximas, a distância percorrida por meio do TC6 e o metabolismo oxidativo por meio do TBARs e TEAC. As voluntárias foram aleatorizadas em grupo LED (GLT) e grupo placebo (GT). A casuística final consistiu em 26 voluntárias, sendo GLT (n=13) e GT (n=13). A intervenção consistiu na TFBM com a dose de 30 J e irradiação de 3 min e 48 s por área, no quadríceps do membro inferior dominante, imediatamente antes do treinamento resistido, durante 8 semanas, 2 vezes por semana, em dias não consecutivos. Os exercícios foram realizados em 2 séries de 8 a 12 repetições, com 1 a 2 minutos de intervalo entre séries e exercícios. Todas variáveis foram coletadas em situação de pré e pós treinamento resistido. Os dados foram analisadas pelo software GraphPad Prism 5 e considerado estatisticamente significante  $p < 0,05$ .

**RESULTADOS:** No estudo 1 de um total de 746 artigos, apenas 4 atenderam aos critérios de inclusão. Foi realizada a síntese dos 4 artigos selecionados, que consistem em ensaios clínicos controlados e randomizados que foram classificados como de alta qualidade metodológica de acordo com avaliação realizada pela Escala PEDro, pois obtiveram como resultado a nota 6, em uma graduação de 0 a 10. Foi submetido à *Brazilian Journal of Sports Medicine*. No estudo 2 para a força muscular no grupo LED pré e pós-intervenção ( $26 \pm 9,66$  Kg;  $42,50 \pm 7,90$  Kg;  $p < 0,0001$ ), para a atividade pró-oxidante (TBARs) no grupo LED pré e pós-intervenção ( $3,76 \pm 0,85$  mg/ml;  $2,52 \pm 0,76$  mg/ml;  $p < 0,0001$ ) e para a atividade antioxidante (TEAC) no grupo LED pré e pós-intervenção ( $1,66 \pm 0,13$   $\mu\text{mol/L}$ ;  $2,17 \pm 0,23$   $\mu\text{mol/L}$ ;  $p < 0,0001$ ) houve diferença estatisticamente significante. Somente a distância percorrida no TC6 não apresentou diferença estatisticamente significante. **CONCLUSÃO:** Para o estudo 1 o treinamento físico aeróbio parece ser o mais eficaz na diminuição dos níveis glicêmicos e do estresse oxidativo nos indivíduos sedentários com DM2. Para o estudo 2 houve melhora da força muscular e do metabolismo oxidativo do grupo de idosas diabéticas tipo 2 que foi submetida à terapia por fotobiomodulação aplicado imediatamente antes do treinamento resistido.

**Palavras-chave:** *Diabetes Mellitus*, Diodo Emissor de Luz, Terapia por Fotobiomodulação, Treinamento Resistido, Desempenho Muscular, Capacidade Funcional.

## ABSTRACT

**OBJECTIVE:** To evaluate the effects of Photobiomodulation Therapy (PBMT) applied immediately before resistance training in type 2 diabetic women. **METHODS:** Study 1 consisted of a systematic review registered in PROSPERO (CRD42017060857), with controlled and randomized studies based on PRISMA, in which databases such as LILACS, IBECS, Pubmed / MEDLINE, Cochrane Library, SciELO, PEDro, ScienceDirect and Bireme were consulted, combining the descriptors diabetes mellitus type 2 (T2DM), resistance training, aerobic exercise and oxidative stress in Portuguese, English and Spanish. The methodological quality of the articles was evaluated by the PEDro scale. Data were read, analyzed, extracted and synthesized. Study 2 consisted of a clinical, controlled, randomized, double-blind trial. 32 volunteers were selected between 60 and 75 years old, with a diagnosis of T2DM, following the pre-established inclusion / exclusion criteria. The quadriceps muscle strength was verified by the test of 10 maximal repetitions, the distance walked on the 6MWT and the oxidative metabolism through TBARs and TEAC. The volunteers were randomized into LED group (LTG) and placebo group (TG). The final sample consisted of 26 volunteers, being LTG ( $n = 13$ ) and TG ( $n = 13$ ). The intervention consisted of the 30 J PMBT and irradiation of 3 min and 48 s per area in the quadriceps of the dominant lower limb, immediately before the resistance training, for 8 weeks, 2 times a week, on non-consecutive days. The exercises were performed in 2 sets of 8 to 12 repetitions, with 1 to 2 minutes of interval between sets and exercises. All variables were collected pre and post resistance training. The data were analyzed by the GraphPad Prism 5 software and considered statistically significant  $p < 0.05$ . **RESULTS:** In study 1 of a total of 746 articles, only 4 met the inclusion criteria. The synthesis of the four selected articles was done, which consisted of randomized controlled clinical trials, that were classified as having a high methodological quality according to an evaluation performed by PEDro Scale, as they obtained a score 6, in a scale from 0 to 10. It was submitted to the Brazilian Journal of Sports Medicine. In the study 2 for muscle strength in the pre and post-intervention LED group ( $26 \pm 9.66$  kg,  $42.50 \pm 7.90$  kg,  $p < 0.0001$ ), for the pro-oxidant activity (TBARs) in the pre-LED group and post-intervention ( $3.76 \pm 0.85$  mg / ml,  $2.52 \pm 0.76$  mg / ml,  $p < 0.0001$ ) and for antioxidant activity (TEAC) in the pre and post intervention LED group ( $1,66 \pm 0.13$   $\mu$ mol / L,  $2.17 \pm 0.23$   $\mu$ mol / L,  $p < 0.0001$ ) there was a statistically significant difference. Only the distance covered in the 6MWT did not present a statistically significant difference. **CONCLUSION:** For study 1, aerobic physical training seems to be the most effective in reducing glycemic levels and oxidative stress in sedentary individuals with T2DM. For study 2 there was improvement of muscle strength and oxidative metabolism of the group of elderly diabetic type 2 who underwent photobiomodulation therapy applied immediately before the resistance training.

**Key words:** Diabetes Mellitus, Light Emitting Diode, Photobiomodulation Therapy, Resisted Training, Muscular Performance, Functional Capacity.

***A quem me faz ir sempre mais longe.***

## AGRADECIMENTOS

A Deus por me fazer forte diante as adversidades, por me fazer persistente diante dos problemas de saúde, por me fazer acreditar mesmo quando me disseram que não ia dar certo, por me fazer ver possibilidades no que era novo pra mim, por me tirar da minha zona de conforto para que eu crescesse, por me fazer seguir, sempre em frente.

À minha família, em especial aos que dividem o dia-a-dia comigo, minha irmã Sandra, sobrinha Sarah, mãe Odinéa (minha eterna inspiração), filhas Laíse e Mariana (meus títulos mais valiosos), a elas caberia escrever mil laudas de agradecimentos, dos mais diversos, e outras mil laudas de desculpas, mas tudo isso que passamos foi por um bem maior. Obrigada por entenderem minha ausência mesmo quando eu estava presente.

Ao meu marido Alan, minha “dupla” nesses 3 anos de DINTER, principalmente pela ajuda no período da realização da prática do projeto, em cada etapa ele esteve comigo, até mesmo quando eu não estava. Obrigada pelo apoio, cumplicidade, cuidado, paciência, parceria, generosidade, isso sim é amor. Amo-te.

Aos meus companheiros dessa jornada chamada DINTER, todos, cada um ao seu modo e de alguma forma, fizeram parte da minha vida. Mas alguns transcenderam o compartilhamento de viagens, estadas, módulos Belém/São Paulo; Dayse e Erica (por estreitarmos nossos laços de irmandade); Mariléia (por atender minhas chamadas ao celular a qualquer hora, simplesmente para me ouvir e me fazer sorrir); Márcia e André (pelos cuidados com minha saúde e minha integridade física em São Paulo/Chile); Zaffalon (por ser meu *computer helper* favorito, aprendi tanto com você, não somente sobre as ferramentas do *word* e da internet, mas principalmente sobre disponibilidade, atenção e generosidade); Gileno (nossa “*Doctor G*”, por toda ajuda nos momentos que precisei, sempre disposto a ajudar e sanar as dúvidas surgidas); Evitom (por compartilhar subsídios teóricos na elaboração do projeto quando precisei mudar para o treinamento resistido) e Vanderson (por me ajudar com os equipamentos durante a prática, foi o MacGyver da cadeira extensora, além de me “dar ideias” interessantes). Rafa, Mariana, Ale, Roni, Wal e Tereza (pelas conversas, reuniões, *relax* em SP/Chile).

Aos colaboradores deste estudo, no LERES/UEPA (Profs. Evitom, Vanderson e Márcio; aos funcionários Jaime, Antônio e Maria), no Laboratório de Morfofisiologia

aplicada à Saúde/UEPA (aos profs. Kátia, Jofre, Pedro Iuri e Leonam; e às estagiárias Renata, Shaumin e Jamylle), no Laboratório de Análises Clínicas/UEPA (ao coordenador Mário e ao técnico de laboratório Edmilson), no Setor de Eletrocardiograma do Ambulatório de Especialidades Médicas/UEPA (à técnica Marina), à nutricionista Beth Rezende, à cardiologista do Hospital de Clínicas Ana Cristina, ao Professor de Educação Física Paulo Henrique, à residente fisioterapeuta Mayara Santos, às profs. do curso de Fisioterapia (Angélica, Rosa e Regina Claudia) e à fisioterapeuta Jaqueline da Clínica Reabilitar.

À minha equipe de pesquisa, Newton, Paulo Victor, Glondys, Rennan, Lyvia, Luciana, Andressa, Gisely, Ana Paula Araújo, Maria Clara, Denner, Camila, Jully (do curso de Fisioterapia da UEPA); Luane, Emilia, Isabela e Ana Paula Borges (do curso de Fisioterapia da UFPA); Ewerson (do curso de Educação Física da UEPA) e Tainá (do curso de Medicina da UFPA) por toda a ajuda em cada etapa desta pesquisa, vocês foram fundamentais.

Ao Prof. Dr. Ernesto Cesar Pinto Leal Junior, pelo suporte à intervenção por meio da cessão do equipamento MR4 fabricado pela Multi Radiance Medical, além de ter contribuído juntamente com a Prof.<sup>a</sup> Dra. Raquel Agnelli Mesquita Ferrari no processo de qualificação deste projeto.

Às voluntárias, por acreditarem neste projeto e se disponibilizarem em todas as etapas. Que este estudo seja o “pontapé inicial” para o direcionamento de um olhar mais abrangente no que tange aos cuidados na *Diabetes Mellitus* em idosos.

Aos orientadores prof. Dr. Paulo de Tarso Camillo de Carvalho e Prof.<sup>a</sup> Dra. Katia Simone Kietzer, pelas valorosas contribuições à continuidade de minha formação acadêmica.

Aos professores membros da banca avaliadora Prof. Dr. Ernesto Cesar Pinto Leal Junior, Prof.<sup>a</sup> Dra. Luciana Maria Malosá Sampaio Jorge e Prof. Dr. Lúcio Frigo, pela disponibilidade em colaborar com o aprimoramento deste estudo.

Aos Coordenadores do DINTER UEPA/UNINOVE Dr. Renato da Costa Teixeira e Dr. João Carlos Ferrari Corrêa e orientadores, por proporcionarem o aperfeiçoamento do quadro de professores efetivos da Universidade do Estado do Pará (UEPA).

À UEPA, por subsidiar o aprimoramento de seus professores. Que retornemos à comunidade todos os conhecimentos adquiridos.

## SUMÁRIO

### LISTA DE TABELAS E QUADROS

### LISTA DE FIGURAS

### LISTA DE ABREVIATURAS

<b>1</b>	<b>CONTEXTUALIZAÇÃO</b>	<b>13</b>
1.1	DIABETES MELLITUS	13
1.2	DIABETES MELLITUS x ESTRESSE OXIDATIVO	14
1.3	DIABETES MELLITUS x FORÇA MUSCULAR	14
1.4	DIABETES MELLITUS x EXERCÍCIO FÍSICO	15
1.5	TERAPIA POR FOTOBIOMODULAÇÃO x EXERCÍCIO FÍSICO	17
1.6	JUSTIFICATIVA	17
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>19</b>
2.1	OBJETIVO GERAL	19
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
<b>3</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>20</b>
3.1	ESTUDO 1	20
3.1.1	<b>Introdução</b>	<b>20</b>
3.1.2	<b>Métodos</b>	<b>21</b>
3.1.3	<b>Resultados</b>	<b>23</b>
3.1.4	<b>Discussão</b>	<b>28</b>
3.1.5	<b>Conclusão</b>	<b>32</b>
3.2	ESTUDO 2	33
3.2.1	<b>Introdução</b>	<b>33</b>
3.2.2	<b>Métodos</b>	<b>34</b>
3.2.2.1	Delineamento do estudo	34
3.2.2.2	Casuística	34
3.2.2.3	Randomização e cegamento	35
3.2.2.4	Procedimentos	36
3.2.2.4.1	Questionário de triagem	37
3.2.2.4.2	Mini Exame do Estado Mental	37
3.2.2.4.3	Avaliação do estado geral de saúde	37
3.2.2.4.4	Sinais vitais e medidas antropométricas	38
3.2.2.4.5	Glicemia casual	38
3.2.2.4.6	Teste da força muscular	39
3.2.2.4.7	Teste de Caminhada	39
3.2.2.4.8	Exames laboratoriais sanguíneos	40
3.2.2.4.9	Intervenção	42
3.2.2.4.10	Análise estatística	45
3.2.3	<b>Resultados</b>	<b>45</b>
3.2.4	<b>Discussão</b>	<b>50</b>
3.2.5	<b>Conclusão</b>	<b>55</b>
<b>4</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>56</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>		<b>57</b>
<b>APÊNDICES</b>		<b>67</b>
<b>ANEXOS</b>		<b>73</b>

## **LISTA DE TABELAS E QUADROS**

<b>Tabela 1-</b> Avaliação da qualidade metodológica pela PEDro.	24
<b>Tabela 2-</b> Programas de intervenção detalhados dos estudos.	25
<b>Tabela 3-</b> Sumarização das características e resultados dos estudos.	26
<b>Tabela 4 -</b> Parâmetros da Terapia por fotobiomodulação	44
<b>Tabela 5-</b> Dados antropométricos, demográficos e clínicos.	46
<b>Tabela 6-</b> Comorbidades e medicações	47

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1-</b> Fluxograma da busca e seleção dos estudos.	23
<b>Figura 2-</b> Fluxograma de estudo baseado em <i>Consolidated Standards of Reporting</i> (CONSORT)	36
<b>Figura 3-</b> Unidade com 3 clusters	43
<b>Figura 4-</b> Aplicação da Terapia por Fotobiomodulação	43
<b>Figura 5-</b> Comparação da força muscular entre os momentos pré e pós-intervenção dos grupos LED e Placebo.	48
<b>Figura 6-</b> Comparação do TBARs e TEAC entre os momentos pré e pós-intervenção dos grupos LED e Placebo.	49
<b>Figura 7-</b> Comparação da distância percorrida no TC6 entre os momentos pré e pós-intervenção dos grupos LED e Placebo.	49

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ACSM- American College of Sports Medicine

AT- Grupo aeróbio

AT- Treinamento aeróbio

ATS- American Thoracic Society

CAT- Catalase

CBT- Grupo combinado

CBT- Treinamento combinado

COM- Grupo contínuo

CPX- Teste de Exercício Cardiopulmonar

DCNT- Doenças Crônicas Não Transmissíveis

DECS- Descritores em Ciências da Saúde

DM- *Diabetes Mellitus*

DM2- *Diabetes Mellitus* tipo 2

DNA- Ácido desoxirribonucleico

EO- Estresse oxidativo

EROs- Espécies reativas de oxigênio

FC- Frequência Cardíaca

FPG- Glicose Plasmática de Jejum

GLT- Grupo TFBM/LED pré-treinamento resistido

GPx- Glutatona peroxidase

GSH-Px- Glutatona peroxidase

GT- Grupo placebo pré-treinamento resistido

HbA1C- Hemoglobina glicada

HDL- Lipoproteína de Alta Densidade

HOMA- Avaliação do Modelo de Homeostase

IMA- Níveis de albumina modificada por isquemia

IMC- Índice de massa corporal

INT- Treinamento aeróbio intervalado

LASER- Amplificação da luz por emissão estimulada de radiação

LED- Diodo emissor de luz

MESH- Medical Subject Headings

NO- Óxido Nítrico

NT- Grupo sedentário

Ox-PAPC- Fosfolipideo 1-palmitoyl-2-arachidonyl-sn-glycero-3-phosphorylcholine

PA- Pressão Arterial

PNAD- Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios

QF- Quociente de Força

RCQ- Relação cintura quadril

RM- Repetição Máxima

SED- Grupo sedentário

SOD- Superóxido dismutase

ST- Grupo resistido

ST- Treinamento resistido

TAS- *Status* antioxidant total

TBARS- Substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico

TC6- Teste de Caminhada de 6 minutos

TCLE- Termo de consentimento livre e esclarecido

TEAC- Capacidade antioxidante total equivalente ao trolox

TFBM- Terapia por Fotobiomodulação

TOS- *Status* oxidante total

VO2- Consumo de Oxigênio

vWF- Fator de von Willebrand

## 1 CONTEXTUALIZAÇÃO

### 1.1 DIABETES MELLITUS

De acordo com a World Health Organization (1), 347 milhões de pessoas no mundo têm Diabetes Mellitus (DM). Esse número se deve ao crescimento e envelhecimento populacional, maior urbanização, prevalência da obesidade e sedentarismo, bem como maior sobrevida. Considera-se a DM como uma das doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) mais comuns em todo o mundo.

Estima-se que 6 milhões de brasileiros têm DM, constituindo grande impacto econômico na saúde, pois gera ônus com medicações e hospitalizações (2). 90% dos casos são classificados como tipo 2 (DM2), geralmente desenvolvido na idade adulta, e tem relação entre outros fatores com o sedentarismo (1) (3). Mudança no estilo de vida, com ênfase na prática regular de atividade física, reduz a incidência de DM2 e suas complicações (4).

A nova classificação da DM baseia-se na sua etiologia: DM tipo 1 caracterizada pela destruição das células pancreáticas  $\beta$  com deficiência absoluta de insulina; DM tipo 2 na qual resulta, em geral, de graus variáveis de resistência à insulina e um defeito secretório; DM gestacional diagnosticada no segundo ou terceiro trimestre de gravidez; e tipos específicos da diabetes devido a outras causas, por exemplo, induzida por drogas pós-transplante de órgãos (5).

Kommoju e Reddy (6) relatam que a DM se relaciona a um grupo de doenças metabólicas caracterizadas por hiperglicemia crônica atribuída a inadequada secreção ou ação diminuída de insulina. Brownlee (7) complementa que é também uma doença de causa endócrina que desencadeia o estresse oxidativo por meio do aumento da produção de ânion superóxido mitocondrial, do aumento da glicosilação não-enzimática de proteínas e por meio da ativação de vários fatores de transcrição celular.

A patogênese da DM é complexa e envolve mecanismos fisiológicos, biológicos e bioquímicos (8). A fisiopatologia da DM2 consiste na resistência à insulina, que reduz a captação de glicose em tecidos insulinodependentes e inicia com hiperinsulinemia compensatória, persistindo por meses ou anos. Com o avanço da doença, a síntese e a secreção de insulina poderão ficar comprometidas devido

disfunção e redução das células  $\beta$  pancreáticas (9). A Sociedade Brasileira de Diabetes (10) acata o ponto de corte da glicose em jejum em 100 mg/dl.

Vale ressaltar, que as perturbações bioquímicas na DM criam as condições necessárias para a produção de espécies reativas de oxigênio (EROs), cuja consequência é o aumento do estresse oxidativo (11).

## 1.2 DIABETES MELLITUS X ESTRESSE OXIDATIVO

O estresse oxidativo (EO) desempenha um papel importante na patogênese e no desenvolvimento de complicações de ambos os tipos da DM. Por um lado, a hiperglicemia induz EROs, por outro lado, prejudica o sistema de defesa antioxidante endógena, enzimáticos ou não enzimáticos, em pacientes com diabetes. Sua etiologia na DM pode ocorrer a partir da produção excessiva do radical oxigênio, da auto-oxidação de glicose, de proteínas glicosiladas e da glicação das enzimas antioxidantes, que limitam a sua capacidade de desintoxicar radicais de oxigênio (12). Vale ressaltar que na DM o estresse oxidativo encontra-se aumentado desde as fases iniciais, piorando com a evolução da doença (13).

Os mesmos autores referem ainda que há um crescente interesse científico acerca do EO, definido como o desequilíbrio entre a produção de EROs “moléculas quimicamente instáveis e altamente reativas, produzidas constantemente nos organismos aeróbios” e as defesas antioxidantes, com predomínio da concentração da primeira (14). Tais modificações apresentam danos a proteínas, carboidratos, lipídios e ao DNA celular (13).

## 1.3 DIABETES MELLITUS X FORÇA MUSCULAR

A DM leva a diversas complicações crônicas que contribuem para o aumento da morbimortalidade dos pacientes, entre elas, estão as complicações sensório-motoras como déficit de sensibilidade, fraqueza muscular e diminuição de amplitude de movimento, principalmente em membros inferiores (15). Afeta, ainda, todos os componentes do sistema musculoesquelético como o tecido conjuntivo, ossos e músculos e comprometem significativamente a qualidade de vida. A identificação precoce dessas alterações pode levar a redução da morbidade à longo prazo (16).

Oliveira e Milech (17) afirmam que indivíduos com DM2 apresentam menor força muscular do que aqueles saudáveis, da mesma idade e sexo. O exercício físico pode contrabalançar essa capacidade reduzida de força muscular, que é decorrente das alterações metabólicas e suas consequências, e a menor capilarização observada nos diabéticos.

#### 1.4 DIABETES MELLITUS E EXERCÍCIO FÍSICO

O exercício físico tem uma ação específica sobre a resistência insulínica, pois reduz os níveis de insulina circulante, tem ação otimizada em receptores e pós-receptores de membrana, apresenta melhor resposta de transportadores de glicose, capilarização aumentada nas células musculares esqueléticas e melhor função mitocondrial, respostas que não dependem de peso ou índice de massa corporal (IMC). Atua ainda na redução do peso corporal, o que reduz o risco da DM2 e auxilia no tratamento da DM de modo geral (18).

Complementando, Gordon et al. (19) afirmam que o exercício físico melhora a sensibilidade à insulina, diminui a hiperinsulinemia, aumenta a captação muscular de glicose, além da sensação de bem-estar físico e psíquico.

Considerando que a DM é uma das doenças crônicas mais prevalentes e que aumenta com a idade, segundo a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), recomenda-se que idosos diabéticos devem ser estimulados ao exercício físico, tanto quanto a saúde permitir, sendo que o horário e o tipo devem ser adequados ao tratamento e às peculiaridades de cada pessoa. Idosos funcionalmente independentes devem ser encorajados a se exercitar adotando os mesmos alvos e objetivos do adulto em geral (20).

Os exercícios resistidos na DM podem ter importantes efeitos, mesmo que no pós-exercício possa ocorrer aumento discreto da glicemia, ela se normaliza rapidamente, no início do processo de recuperação. Ocorre aumento da massa muscular, o que é um fator favorável à homeostase da glicemia, em função da maior quantidade de tecido captador de glicose. A redução de gordura corporal é outro mecanismo pelo qual os exercícios resistidos são benéficos para os diabéticos (21) (22) (23).

Idosos são muito beneficiados com a prática dos exercícios resistidos, com melhora da aptidão para os esforços da vida diária, alívio de dores articulares com

repercussão na qualidade de vida. Ocorre ainda melhora do perfil hormonal e da composição corporal o que permite melhor controle de comorbidades gerais, e redução das doses de medicamentos (24) (25).

Sampaio e Moraes (26) afirmam que:

Dentre as várias teorias que procuram explicar o processo de envelhecimento, a teoria das espécies reativas de oxigênio (EROs) tem apontado evidências experimentais significativas, sugerindo que o envelhecimento é o resultado do acúmulo de ações tóxicas causadas pelas EROs que podem ocasionar danos ao DNA celular, aos lipídios e as proteínas. Existem evidências de que a produção das EROs durante o exercício físico não pode ser modificada pelo treinamento regular, mas é possível que o metabolismo celular endógeno aumente suas defesas antioxidantes.

Estes mesmos autores concluem que o exercício físico tem sido apontado como um importante aliado no combate ao estresse oxidativo em idosos, porém, a escolha da intensidade apropriada é fundamental, sendo o exercício físico de intensidade moderada um potente agente antioxidante, pois, induz ao aumento compensatório do aparato antioxidante.

No treinamento resistido, o músculo que é ativo está sujeito a diferentes estímulos, entre eles ocorre a isquemia e reperfusão das fibras musculares, liberando através deste mecanismo EROs e dano oxidativo muscular (27). Por outro lado, apresenta-se a ideia de que exercícios regulares, com sobrecargas progressivamente ajustadas, resultam em adaptações da capacidade antioxidante, protegendo assim as células dos efeitos deletérios do estresse oxidativo, prevenindo danos celulares pós-treinamento resistido (28).

Em suma, preconiza-se que a prática de treinamento físico de intensidade moderada provoca desestabilização do sistema pró-oxidante e antioxidante, indicando não apenas o aumento de indicadores do estresse oxidativo, como estimula adaptações no sistema defensivo antioxidante (29). Nota-se, portanto, que para evitar lesões celulares oxidativas, decorrentes do exercício físico, deve-se aumentar a atividade de enzimas antioxidantes endógenas, cujo principal viabilizador pode ser o estresse oxidativo. As EROs que são liberadas durante o exercício, podem ativar vias de sinalização que aumentam a expressão de enzimas antioxidantes (30).

## 1.5 TERAPIA POR FOTOBIOMOMULAÇÃO X EXERCÍCIO FÍSICO

Associado aos resultados já mencionados, estudos relacionados a Terapia por Fotobiomodulação (TFBM) vêm apresentando as mais diversas respostas, sendo utilizada para acelerar cicatrização de feridas, aumentar a capacidade de resolução de processos inflamatórios e aliviar dores (31). Ou ainda como modulador de marcadores inflamatórios, aumentando a proliferação e deposição de colágeno, nas fases mais adiantadas, melhorando a neovascularização, proliferação e diferenciação celular (32).

Recentes pesquisas têm demonstrando sua contribuição na melhora da fadiga muscular (33), melhora no desempenho muscular (34) (35) (36) e a aumento da expressão de marcadores antioxidante tais como SOD, CAT, GPX, bem como redução dos níveis de ácido tiobarbitúrico tanto sistemicamente como *in situ* (37).

Estudos clínicos de Baroni et al. (34) consideram a importância da ação da TFBM no desempenho físico, na capacidade aeróbica, na resistência à fadiga e na redução do estresse oxidativo.

## 1.6 JUSTIFICATIVA

A DM2 é determinada pela interação de fatores genéticos e ambientais como sedentarismo, dietas ricas em gorduras e envelhecimento. Grande parte desses indivíduos tem sobrepeso ou obesidade. Na diabetes a glicose intracelular aumentada é decisiva para a ocorrência do dano nos tecidos e é importante o envolvimento do estresse oxidativo nesse processo, como fator desencadeante ou perpetuador do dano celular (10).

Para idosos diabéticos, a associação do plano alimentar ao exercício físico pode controlar a glicemia e aumentar a massa muscular (5). Evidências científicas mostram os benefícios do exercício físico na prevenção e no tratamento da diabetes mellitus (38).

Nocon et al. (39) e Riddel e Perkins (40) complementam que o exercício físico é importante também no manejo do excesso de peso, da hipertensão arterial, dislipidemia, risco cardiovascular e sono.

Vários estudos discorrem sobre a importância da realização de exercícios físicos e sua influência sobre as variáveis metabólicas, metabolismo oxidativo e

força muscular. Recentemente, para melhor desempenho muscular durante os exercícios têm sido enfatizado o uso da TFBM (41), cujo potencial é evidente com adultos jovens (42).

Leal-Junior (43) relata que o desempenho muscular e recuperação do exercício são áreas novas e recentes da investigação no campo fotobiomodulação, sendo o primeiro ensaio clínico realizado em 2008 que avaliou a fadiga muscular induzida pelo exercício em humanos (44).

Desde então seguiram-se vários estudos com as mais diferentes modalidades e desenhos de treinamento, com associações entre LASER e LED e comprimentos de ondas diversos, envolvendo indivíduos adultos hígidos ou atletas, os quais apresentaram resultados que otimizaram os marcadores funcionais e bioquímicos.

Há, no entanto, evidências limitadas de publicações científicas que relatam os efeitos da associação da TFBM ao TR na população idosa (45) (46), e nenhum estudo envolvendo a intervenção proposta com mulheres idosas diabéticas.

Desta forma, o presente estudo investigou a aplicabilidade da TFBM imediatamente antes do TR e a magnitude das respostas relacionadas ao desempenho muscular, ao metabolismo oxidativo e à capacidade funcional, quando comparado ao treinamento resistido isolado com idosas diabéticas tipo 2.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar os efeitos da terapia por fotobiomodulação aplicada imediatamente antes do treinamento resistido em idosas diabéticas do tipo 2.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

#### - Estudo 1

- Realizar uma revisão sistemática na literatura sobre o efeito do treinamento físico aeróbio e de resistência na redução da glicemia e estresse oxidativo de indivíduos sedentários com *Diabetes Mellitus* tipo 2.

#### - Estudo 2

- Caracterizar a amostra por meio dos dados antropométricos, demográficos, e sinais clínicos de idosas diabéticas do tipo 2.

- Verificar a força muscular de idosas diabéticas do tipo 2 em situação de pré e pós intervenção entre os grupos estudados

- Conferir o comportamento do metabolismo oxidativo de idosas diabéticas do tipo 2 em situação de pré e pós intervenção entre os grupos estudados.

- Analisar a distância percorrida de idosas diabéticas do tipo 2 em situação de pré e pós intervenção entre os grupos estudados.

### 3 RESULTADOS

Os resultados estão apresentados no formato de dois estudos. O Estudo 1 intitula-se “Efeitos do treinamento físico na glicemia e estresse oxidativo em diabéticos tipo 2: revisão sistemática”. Submetido na Revista Brasileira de Medicina do Esporte. O Estudo 2 intitula-se “Terapia por fotobiomodulação pré-treinamento resistido para o desempenho muscular, o metabolismo oxidativo e a capacidade funcional em idosas com Diabetes Melittus Tipo 2: ensaio clínico, controlado randomizado e duplo cego”.

#### 3.1 ESTUDO 1

##### 3.1.1 Introdução

A Diabetes Mellitus tipo 2 (DM2) é uma das doenças metabólicas mais comuns, cerca de 200 milhões de pessoas em todo o mundo são afetadas. Trata-se de um grupo complexo e heterogêneo de condições metabólicas caracterizado por níveis aumentados de glicose no sangue. Os três principais defeitos que levam ao aparecimento da hiperglicemia na DM2 são o aumento da produção de glicose hepática, diminuição da secreção de insulina e prejuízo na ação da insulina (47).

Além, das alterações metabólicas importantes, os portadores de DM2 também podem sofrer com complicações, como doenças cardiovasculares, doença arterial coronariana, neuropatia, nefropatia, a retinopatia. Existem evidências que essas alterações ocorram como resultado da geração de espécies reativas de oxigênio (EROs) que levam à ocorrência de estresse oxidativo em uma variedade de tecidos (48) (49) (50) (51).

Fatores ambientais como a obesidade e a inatividade física contribuem significativamente para o aumento da prevalência de DM2 em todo o mundo, sendo associados à resistência à insulina. As dietas ricas em carboidratos rapidamente absorvíveis resultam em níveis elevados de insulina e glicemia e de deposição de gordura no fígado e músculo, aumentando a resistência à insulina nestes tecidos, o que a longo prazo pode levar a uma falha progressiva de células  $\beta$  (52).

A atividade física parece ter um importante papel na prevenção e tratamento da diabetes, pois a regulação positiva das defesas antioxidantes pelo treinamento

físico leva à melhoria global da resposta celular ao estresse oxidativo e induz à reparação de danos no DNA (48).

O treinamento físico regular altera a homeostase oxidativa de células e tecidos diminuindo os danos provocados pelas EROs, através de adaptações da capacidade antioxidante, desta forma, protege as células contra os efeitos nocivos da oxidação e evita assim danos celulares (53).

O objetivo deste estudo foi verificar o efeito do treinamento físico aeróbio e de resistência na redução da glicemia e estresse oxidativo de indivíduos sedentários com Diabetes Mellitus tipo 2, por meio de uma revisão sistemática.

### 3.1.2 Métodos

O presente estudo trata de uma revisão sistemática elaborada com base no protocolo "Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses" (PRISMA, <http://prisma-statement.org>) (54).

Os critérios de inclusão dos estudos consistiram em: Diabetes Mellitus tipo 2 como doença pesquisada, idade entre 40 a 70 anos, estresse oxidativo e glicemia como marcadores bioquímicos principais, treinamento físico aeróbio e/ou de resistência como forma de intervenção, não uso de antioxidantes exógenos, hipertensão e dislipidemia controlados, ensaios clínicos randomizados e controlados com seres humanos, e em artigos científicos em inglês, português e espanhol. Para o processo de busca dos estudos foram utilizadas as bases de dados LILACS, IBECS, Pubmed/MEDLINE, Cochrane Library, SciELO, PEDro, ScienceDirect e Bireme.

Para as bases de dados LILACS, Pubmed/MEDLINE, Cochrane Library, Scielo e Bireme, os descritores diabetes mellitus tipo 2, treinamento de resistência, exercício aeróbio, estresse oxidativo encontrados no Descritores em Ciências da Saúde (DECS) e no Medical Subject Headings (MESH) e seus respectivos sinônimos foram cruzados nas línguas portuguesa, inglesa e espanhola. Cada palavra foi colocada entre parênteses e adicionado entre eles o operador booleano OR. No início e ao final de cada grupo de sinônimos também se colocou parênteses. Para unir os grupos de diferentes descritores utilizou-se o operador booleano AND. Vale ressaltar que foram retiradas todas as vírgulas presentes entre os termos da busca.

Para as bases de dados PEDro, IBECS e ScienceDirect foi realizada uma busca simples apenas com os principais termos e sem o uso de operadores booleanos.

O processo de seleção dos estudos se deu através de 4 etapas: identificação, seleção, elegibilidade e inclusão. A etapa de identificação incluiu todos os artigos encontrados durante o processo de busca. Durante esta etapa foi realizada a avaliação dos títulos e dos resumos de todos os estudos identificados, selecionando-se os que satisfaziam os critérios de elegibilidade e excluindo os restantes.

Na etapa de elegibilidade ocorreu a leitura dos artigos na íntegra para confirmação de que poderiam ser incluídos no estudo utilizando-se um Formulário de Elegibilidade, que conteve basicamente os critérios de inclusão estabelecidos a fim de registrar os motivos de exclusão nesta etapa. A etapa de inclusão contém os artigos que foram utilizados na revisão sistemática.

Foi realizada uma reunião de consenso entre os autores para dar início à coleta de dados nos artigos selecionados. Durante o processo de seleção os artigos foram agrupados em um gerenciador de referências.

As informações extraídas dos artigos selecionados foram organizadas em um quadro de revisão sistemática contendo as seguintes informações: primeiro autor, país onde o estudo foi realizado, idade da amostra, desenho do estudo, amostra, intervenções, desfechos, resultados e instrumentos de medida.

A qualidade metodológica de cada estudo foi analisada com base na escala PEDro que é uma base de dados específica para estudos que investigam a eficácia de intervenções em fisioterapia. A grande parte de seus critérios baseia-se na escala Delphi e tem como objetivo auxiliar os usuários da base de dados PEDro quanto à qualidade metodológica dos ensaios clínicos aleatorizados e avaliar a descrição estatística, isto é, se o estudo contém informações estatísticas mínimas para que os resultados possam ser interpretáveis (55).

A Escala PEDro possui um total de 11 critérios de avaliação e inclui dois critérios adicionais que não constavam na escala Delphi. A pontuação final é dada por meio da soma do número de critérios que foram classificados como satisfatórios (1 ponto) e insatisfatório (0 pontos) entre os critérios 2 ao 11. O critério 1 não é considerado para a pontuação final por tratar-se de um item que verifica a validade externa do estudo. A pontuação final pode variar entre 0 e 10 pontos (55) (56).

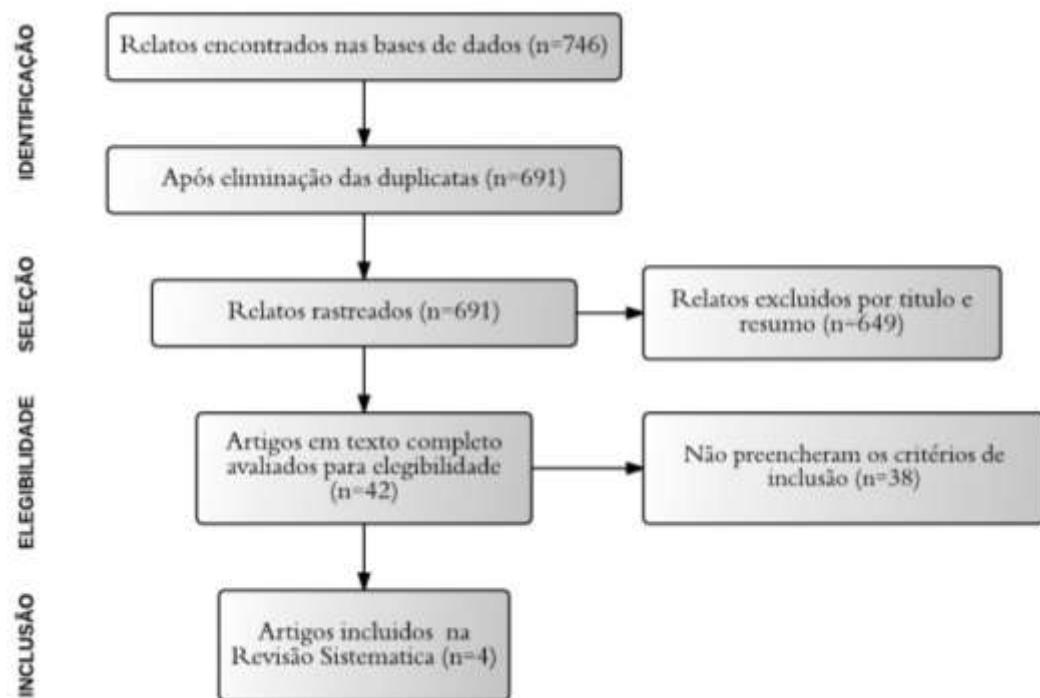
Os autores aplicaram a escala de forma independente e as discordâncias entre eles foram resolvidas mediante discussão e consenso. Os artigos que apresentaram pontuação igual ou maior que cinco, na escala, foram considerados de alta qualidade metodológica (56) (57).

Todo o processo de busca, análise, identificação, seleção, elegibilidade e inclusão dos artigos ocorreu no período de Maio de 2016 a Setembro de 2017.

### 3.1.3 Resultados

O total de artigos encontrados foram 746. Após a eliminação das duplicatas no gerenciador de referências restaram 691 estudos, e destes 649 foram excluídos por título e resumo devido não utilizarem o exercício físico como forma de intervenção, não possuírem o estresse oxidativo como marcador ou não terem humanos como amostra.

Dos 42 artigos restantes para avaliação em texto completo, 38 não preencheram os critérios de inclusão por não se tratarem de estudos randomizados, por não possuírem um dos marcadores principais, pela utilização de dieta associada. Ao final, 4 estudos contemplaram os critérios de inclusão em texto completo. O fluxograma de cada etapa da busca encontra-se na Figura 1.



**Figura 1-** Fluxograma da busca e seleção dos estudos baseado no PRISMA.

Os estudos utilizados foram classificados como de alta qualidade metodológica de acordo com avaliação realizada pela Escala PEDro, pois obtiveram como resultado a nota 6, em uma graduação de 0 a 10, conforme o preenchimento de cada item do instrumento, que se encontra na Tabela 1.

**Tabela 1 - Avaliação da qualidade metodológica pela PEDro**

Estudo	Avaliação de qualidade	Score PEDro
<b>Mitranun et al.</b>	1. Sim 2. Sim 3. Não 4. Sim 5. Não 6. Não 7. Não 8. Sim 9. Sim 10. Sim 11. Sim	6/10
<b>Kurban et al.</b>	1. Não 2. Sim 3. Não 4. Sim 5. Não 6. Não 7. Não 8. Sim 9. Sim 10. Sim 11. Sim	6/10
<b>Vinetti et al.</b>	1. Sim 2. Sim 3. Não 4. Sim 5. Não 6. Não 7. Não 8. Sim 9. Sim 10. Sim 11. Sim	6/10
<b>Oliveira et al.</b>	1. Sim 2. Sim 3. Não 4. Sim 5. Não 6. Não 7. Não 8. Sim 9. Sim 10. Sim 11. Sim	6/10

Legenda: 1: Critérios de elegibilidade\*; 2: Alocação aleatória; 3: Alocação secreta; 4: Comparabilidade da linha de base; 5: Sujetos cegos; 6: Terapeutas cegos; 7: Avaliadores cegos; 8: Acompanhamento adequado; 9: Análise de "intenção de tratar"; 10: Comparações entre grupos; 11: Estimativas pontuais e variabilidade.

Foi realizada a síntese dos 4 estudos selecionados que tratam dos efeitos do treinamento físico aeróbio e/ou resistido na glicemia e no estresse oxidativo de indivíduos sedentários com DM2, 3 artigos utilizaram o exercício aeróbio como intervenção em pelo menos um dos grupos, 1 artigo utilizou o exercício resistido em pelo menos um dos grupos e 2 artigos utilizaram o exercício combinado em um dos grupos de intervenção.

Os programas de intervenção encontram-se de forma detalhada na Tabela 2.

**Tabela 2** - Programas de intervenção detalhados dos estudos.

<b>1º Autor</b>	<b>Modalidade</b>	<b>Duração</b>	<b>Frequência</b>	<b>Protocolo</b>
Mitranun et al.	Treinamento aeróbio intervalado (INT) e contínuo (CON)	12 semanas	3 vezes/semana	<b>Aeróbio:</b> Exercício em esteira, dividido 3 fases de acordo com o consumo e O <sub>2</sub> ou gasto calórico.
Kurban et al.	Treinamento aeróbio	12 semanas	3 vezes/semana durante 50 min.	<b>Aeróbio:</b> 10' aquecimento, 30' caminhada de intensidade moderada e 10' desaquecimento
Vinetti et al.	Treinamento aeróbio, resistência e flexibilidade	12 meses	Aeróbio: nos primeiros meses, aumentou de 15' até 35'; Resistido: 40' a 50'	<b>Combinado:</b> Aeróbio: ciclo ergômetro. Resistido: 3 exercícios calistênicos e com pesos de tornozelo, halteres e bandas elásticas. Flexibilidade: alongamentos de MMSS e MMII.
Oliveira et al.	Treinamento aeróbio (AT), resistido (ST) e combinado (CBT).	12 semanas	3 vezes/semana durante 60 min.	<b>Aeróbio:</b> ciclismo <b>Resistido:</b> leg press, supino reto, puxada alta, remada baixa, desenvolvimento, abdominal e cadeira flexora. <b>Combinado:</b> 10' de ciclismo e 2x15 para cada exercício resistido

**Tabela 3-** Sumarização das características e resultados dos estudos

<b>1º Autor</b>	<b>Local/Ano</b>	<b>Amostra/I dade</b>	<b>Desenho do estudo</b>	<b>Instrumentos de medidas</b>	<b>Resultados</b>
Mitranun et al.	Bangkok, Thailandia (2013)	População: 43; 50 a 70 anos	Ensaio clinico controlado e randomizado	TBARS; GPX; SOD; HbA1c; Glicemia em jejum lipídeos; HOMA; vWF.	Os programas de exercícios CON e INT exerceiram efeitos benéficos sobre o controle glicêmico, aptidão física e função micro e macrovascular, porém, o treinamento intervalado foi mais eficaz.
Kurban et al.	Konya, Turquia (2011)	População: 60; 40 a 60 anos	Ensaio clinico controlado e randomizado	Glicemia em jejum; Hb1Ac; IMA, TOS e TAS.	O exercício físico crônico previne a elevação dos níveis de IMA, e também é benéfico na prevenção do estresse oxidativo.
Vinetti et al.	Montichiari, Italia (2015)	População: 20; 40 a 70 anos	Ensaio clinico controlado e randomizado	CPX; Glicemia de jejum, triglicerídeos, colesterol total e HDL, HbA1c; insulina sérica; HOMA-IR e ox-PAPC.	O treinamento supervisionado por um ano melhora a sensibilidade à insulina e os níveis sanguíneos de colesterol LDL, aumenta a aptidão cardiorrespiratória e leva a uma composição corporal mais saudável, produzindo redução no estresse oxidativo sistêmico
Oliveira et al.	Minas Gerais, Brasil (2012)	População: 43; 40 a 70 anos	Ensaio clinico controlado e randomizado	Glicemia em jejum; Glicose pós-prandial; Hemograma; CAT; SOD; GSH-Px; TBARS e Níveis de NO	No treinamento aeróbico as enzimas antioxidantes aumentaram a atividade de CAT e SOD, e a biodisponibilidade de NO, oferecendo proteção contra o estresse oxidativo. Melhorias nos parâmetros metabólicos ocorreram apenas no grupo ST.

**Legenda-** TBARS: Substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico; GPX: Glutationa peroxidase; SOD: Superóxido dismutase; HbA1c: Hemoglobina glicada; HOMA: Avaliação do modelo de homeostase; vWF: Fator de von Willebrand; IMA: Albumina modificada por isquemia; TOS: Capacidade oxidante total; TAS: Capacidade antioxidante total; CPX: Teste de exercício cardiopulmonar; HDL: Lipoproteína de alta densidade; ox-PAPC: Fosfolipideo 1-palmitoyl-2-arachidonyl-sn-glycero-3-phosphorylcholine; CAT: Catalase; GSH-Px: Glutationa peroxidase; NO: Oxido nítrico.

O estudo de Mitranun et al. (58) realizou a comparação entre o exercício aeróbio contínuo e o intervalado sobre o controle da glicemia e da reatividade macro e microvascular em pacientes com DM2. A amostra foi dividida em três grupos, sendo 15 pacientes no grupo sedentário (SED), 14 no grupo contínuo (CON) e 14 no grupo intervalado (INT).

Os achados do estudo são que tanto o treinamento contínuo quanto o intervalado foram eficazes na melhora do controle glicêmico, perfis lipídicos, aptidão aeróbia e reatividade micro e macrovascular. Porém, somente o treinamento intervalado obteve redução significativa nos índices de estresse oxidativo, reatividade macro e microvascular e HbA1c. Ambos os grupos de treinamento físico reduziram a concentração de glicose no sangue em jejum e a resistência à insulina, conforme o HOMA.

O estudo de Kurban et al. (59) investigou o efeito do exercício físico aeróbio regular sobre o *status* antioxidant total (TAS), o *status* oxidante total (TOS) e níveis de albumina modificada por isquemia (IMA) em pacientes diabéticos tipo 2. A amostra foi dividida em dois grupos, sendo 30 pacientes no grupo exercício e 30 no grupo não-exercício.

Os resultados do estudo demonstraram que 12 semanas de exercício físico regular de intensidade moderada aumenta os níveis séricos de TAS e previne a formação de IMA em indivíduos com DM2, porém não provoca mudanças nos níveis de TOS. Mostrando-se efetivo na prevenção estresse oxidativo.

O estudo de Vinetti et al. (60) verificou o efeito do treinamento supervisionado durante 12 meses em indivíduos com DM2 em três indicadores principais: marcadores de estresse oxidativo, aptidão cardiorrespiratória e risco cardiometabólico. A amostra foi dividida em dois grupos, sendo 10 pacientes no grupo exercicio, os quais foram submetidos a 12 meses de treinamento aeróbio, de resistência e flexibilidade; e 10 no grupo controle, os quais não receberam qualquer tipo de intervenção além dos cuidados médicos padrão. Houve ainda um terceiro grupo com 10 indivíduos saudáveis que não receberam nem intervenção nem acompanhamento.

Os dados do estudo confirmaram que os indivíduos com DM2 apresentam um ambiente mais oxidante do que os indivíduos saudáveis, e a diminuição significativa das concentrações plasmáticas de oxPAPC no grupo exercicio indica que o programa específico de exercícios realizados teve um papel na melhoria do estresse

oxidativo. Entretanto, não houve uma redução significativa de HbA1c, apesar de uma melhora significativa de HOMA-IR, porém, a média da linha de base HbA1c teve um valor de 7,0%, o que sugere controle ótimo da diabetes.

O exercício realizado no estudo proporcionou também uma melhora da aptidão cardiorrespiratória, demonstrada pela melhora do VO<sub>2</sub>máx, e reduziu os fatores de risco cardiometabólicos.

Oliveira et al. (61) observaram a influência de 3 programas de exercícios físicos (treinamento aeróbio, resistido e combinado) sobre marcadores de estresse oxidativo, status antioxidante e parâmetros metabólicos em indivíduos com DM2 durante 12 semanas. A amostra foi dividida em quatro grupos, sendo 11 pacientes no grupo aeróbio (AT), 10 no grupo resistido (ST), 10 no grupo combinado (CBT) e 12 no grupo sedentário (NT).

Como resultado da pesquisa descobriu-se que no grupo AT, as enzimas antioxidantes aumentaram a atividade de CAT e SOD e aumentaram a biodisponibilidade de NO, reduzindo o estresse oxidativo, porém, não houve alteração na atividade de GSH-Px em nenhum dos grupos após a intervenção. Alterações significativas nos parâmetros de controle metabólico, como HbA1c, FPG, triglicerídeos e colesterol de lipoproteína de alta densidade ocorreram apenas no grupo ST. Além disso, não houve benefício adicional em parâmetros antropométricos ou metabólicos, exceto para a melhora do VO<sub>2</sub> de pico no grupo AT.

### **3.1.4 Discussão**

Não foram encontrados artigos conforme os critérios adotados por esta revisão que tratassem especificamente sobre um único tipo de treinamento físico, pois todos continham outros treinamentos ou estes eram associados para comparação dos efeitos entre os grupos.

Foi possível observar de maneira geral que o treinamento aeróbio proporciona melhores resultados referentes aos níveis de controle glicêmico e estresse oxidativo. 2 estudos utilizaram o HOMA (Homeostatic Model Assessment) (58) (60) para verificar a resistência à insulina, e todos os estudos utilizaram a HbA1c e a glicemia em jejum para avaliar a mudança dos níveis glicêmicos.

A maioria dos estudos (3/4) adotou como intervenção o treinamento aeróbio em pelo menos um grupo, com duração de 12 semanas e com frequência de 3

vezes na semana. Várias pesquisas que utilizaram parâmetros semelhantes aos encontrados, com uma frequência de três a 4 vezes/semana e duração das sessões entre 30 e 60 minutos, demonstraram um efeito benéfico do exercício físico regular sobre o metabolismo dos carboidratos e sobre a sensibilidade à insulina (62).

O estudo de Monteiro et al. (63) demonstrou que 13 semanas de treinamento aeróbico (caminhada) com duração de 50 min. realizado 3 vezes/semana é capaz de promover reduções significativas na glicemia e na pressão arterial em idosas diabéticas. Em outro estudo clínico (64) randomizado com 75 adultos com diabetes tipo 2, média de idade de 59 anos, os autores concluíram que o controle glicêmico dos portadores de diabetes tipo 2 tais como, glicemia de jejum, triglicerídeos, colesterol total e IMC apresentaram melhorias após 12 semanas de exercício aeróbio (caminhada) com frequência de três dias por semana e duração de 60 min. cada sessão.

Oliveira et al. (61) utilizaram 3 protocolos que foram treinamento aeróbio, resistido e combinado, e verificou que apenas no grupo de treino resistido houveram alterações significativas nos parâmetros de controle metabólico, como HbA1c, FPG, triglicerídeos e colesterol de lipoproteína de alta densidade, e melhora do estresse oxidativo que foi observada nos outros grupos. Essa redução foi observada no trabalho de Nogueira (65) que comparou o treinamento aeróbico e treinamento resistido com peso, em um paciente idoso e diabético, tendo maior eficiência no controle glicêmico o treino resistido. Robert-Pires e Carvalho (66) também observaram uma redução aguda significativa da glicemia, após a aplicação de um protocolo constituído por exercício resistido em circuito, com intensidade moderada e repetições submáximas.

No estudo de Sousa et al. (67) com pacientes diabéticos do sexo masculino, em apenas uma sessão de exercício resistido notou-se uma redução significativa da glicemia, assim o exercício resistido de alta intensidade mostrou-se benéfico ao controle glicêmico e na melhora o quadro de resistência à insulina em diabéticos tipo 2. Acredita-se que os exercícios resistidos, além de promoverem a melhora na estimulação do metabolismo das gorduras, promove ainda o aumento da taxa metabólica basal, pois proporcionam o aumento da massa muscular, que por sua vez aumentará o consumo de glicose contribuindo desta forma para um melhor controle glicêmico (68).

Dois artigos dos 4 selecionados nesta revisão sistemática realizaram como

uma de suas intervenções em pelo menos um grupo o treinamento combinado entre exercícios aeróbio e resistido. Ambos os estudos não encontraram uma melhora no grupo de exercício combinado para os parâmetros de controle metabólico, como a HbA1c. E, apenas um dos estudos encontrou melhora nos parâmetros de HOMA-IR.

Isto contradiz outros estudos, como o de Church et al. (69), no qual 262 indivíduos com DM2 organizados aleatoriamente realizaram treinamento combinado, obteve-se que estes indivíduos alcançaram redução estatisticamente mais significativa se comparado aos indivíduos dos grupos controle, aeróbio e resistido em relação aos níveis da HbA1c. Segerström et al. (70) também relataram um aumento significativo da sensibilidade à insulina e diminuição da HbA1c após realização de um treinamento combinado com mulheres diabéticas por seis meses. Concluiu-se que a sensibilidade à insulina está relacionada diretamente à intensidade do exercício, enquanto que a HbA1c está relacionada principalmente ao volume de treino. A pesquisa deu ênfase ao volume de treino ao invés da intensidade, comprovado pela redução mais expressiva da HbA1c no grupo de treinamento combinado.

O fato de os artigos selecionados para esta revisão terem encontrados resultados diferentes aos demais pode estar associado então, segundo Brun et al. (71) e Krousel et al. (72), ao uso de intervenções de baixa intensidade, baixo volume ou baixa adesão à intervenção.

Segundo Mitranun et al. (58), tanto o treinamento aeróbio contínuo quanto o intervalado foram eficazes na melhora do controle glicêmico (HbA1c, glicemia em jejum e resistência à insulina – HOMA), entretanto o exercício intervalado apresentou redução mais significativa de HbA1c. O estudo de Tjonna et al. (73) corrobora com Mitranun et al. pois relata que o treinamento aeróbio intervalado apresenta um controle mais eficaz na glicemia de jejum e da HbA1c, aumenta a sensibilidade a insulina (HOMA) e associa a intensidade do exercício a alteração positiva dos parâmetros citados.

Vinetti et al. (60), que tratou de um treinamento combinado, relatam uma redução da resistência à insulina através do HOMA-IR, da glicemia em jejum, e HbA1c, esta última não foi uma redução estatisticamente significativa. O estudo de Oliveira et al. (61) também relatou redução significativa dos níveis de HbA1c e glicemia em jejum, porém, apenas no grupo que realizou treinamento resistido. Um estudo realizado com treinamento combinado (aeróbio associado ao de resistência)

e de forma isolada (aeróbio ou resistido) demonstrou que o exercício combinado apresenta maiores efeitos no controle glicêmico. Estes efeitos são mais efetivos entre os indivíduos com mau controle glicêmico basal, portanto, indivíduos com baixo controle glicêmico podem realizar tanto exercícios aeróbios ou resistidos quanto combinados (74).

Para Praet e Van Loon (75) existem diferenças aparentes na resposta adaptativa de longo prazo para treinamento aeróbio e resistido. O treinamento aeróbio prolongado tem mostrado melhorar a sensibilidade à insulina em jovens, idosos e/ou indivíduos resistentes à insulina. Intervenções com exercícios de resistência a longo prazo também foram relatados para melhorar a tolerância à glicose e a sensibilidade à insulina. Assim, ambos os tipos de exercício são de uso terapêutico num estado resistente à insulina.

O efeito da atividade física sobre a sensibilidade dos tecidos à insulina se deve a maior capilarização das fibras musculares e melhor função mitocondrial, que ocorre de 24 a 72h após uma sessão de exercício. Além disso, a captação de glicose sanguínea para os músculos por mecanismos não dependentes de insulina pode aumentar, levando a uma melhora da regulação glicêmica, observada por menores concentrações basal e pós-prandial de insulina, bem como pela redução da HbA1c (10).

O estresse oxidativo foi o parâmetro que mais demonstrou mudanças com os programas de treinamento físico propostos. Cada autor utilizou parâmetros distintos para marcação dos *status* oxidativo e de antioxidantes, porém todos chegaram a concordância de que o exercício físico aeróbio proporciona um aumento dos indicadores antioxidantes atenuando assim o estresse oxidativo em pacientes com DM2, sugerindo ser mais eficiente do que os demais protocolos de exercícios.

A pesquisa de Villa-Caballero et al. (76) identificou alterações importantes no perfil de estresse oxidativo e hemodinâmico dos pacientes com DM2 que realizaram atividade física aeróbia regular durante pelo menos 180 min/semana, mostrando níveis mais baixos de TBARS em comparação com os seus homólogos sedentários, evidenciando um possível efeito protetor do exercício regular contra o estresse oxidativo na diabetes tipo 2, e confirmando o encontrado nos artigos analisados.

Segundo Kostic et al. (77), os níveis elevados de Ox LDL, SOD e GSH-Px estão associados com o exercício agudo em pacientes com DM2, o que pode ser um mecanismo compensatório contra danos causados por radicais livres. Acredita-se

que o treinamento físico induz um aumento da atividade de enzimas antioxidantes musculares e hepáticas e reduz o estresse oxidativo.

Diversos estudos inferem e corroboram com os analisados por esta revisão que o treinamento pode causar respostas adaptativas nos antioxidantes endógenos e diminuir a oxidação e peroxidação lipídica plasmática, podendo influenciar na homeostase redox e, consequentemente, os processos de adaptação redox dependentes (48).

### **3.1.5 Conclusão**

O número limitado de estudos, os métodos de pesquisa e a variabilidade dos instrumentos de medida usados neles ainda não contribuem para promover uma visão adequada sobre os efeitos do treinamento físico no controle glicêmico e no nível de estresse oxidativo em pacientes sedentários com DM2, pois eles retratam intervenções e parâmetros de medidas de estresse oxidativo significativamente distintos, não havendo homogeneidade em relação ao tipo de protocolo que apresenta maior eficácia no controle desses marcadores.

Mais estudos precisam ser realizados acerca do tema abordado, sobre a influência do treinamento físico aeróbio e principalmente de resistência, por ser mais escasso. Recomenda-se que os próximos estudos realizados proponham programas de treinamento e utilizem marcadores mais semelhantes, assim como aumentem o número de suas amostras, a fim de facilitar a análise estatística de estudos similares, promovendo maior nível evidência sobre o tema através de metanálises.

Apesar das limitações, essa revisão sistemática concluiu que os efeitos do treinamento físico aeróbio parecem ser mais eficazes na diminuição dos níveis glicêmicos e de estresse oxidativo nos indivíduos sedentários com DM2, porém é necessária a realização de mais pesquisas para aumentar o nível de evidência destes resultados.

## 3.2 ESTUDO 2

### 3.2.1 Introdução

O desenvolvimento da DM2 está relacionado à disfunção pancreática e a resistência à insulina. Células  $\beta$  normais podem compensar a resistência à insulina por meio de uma hiperinsulinemia compensatória. Suas complicações estão ligadas ao aumento do estresse oxidativo, resultante do desequilíbrio na produção espécies reativas de oxigênio (EROs) e da incapacidade do sistema de defesa antioxidante (78).

Estima-se que em 35 anos (1980-2015) a epidemia mundial de diabetes aumentou de 108 milhões para 415 milhões, sendo a forma mais prevalente da doença a DM2, devido a modificações sociais e culturais. Sabe-se ainda que cerca de 200 milhões de indivíduos não são diagnosticados, o que os expõe ao risco de complicações como: insuficiência renal, cegueira, amputações, doenças cardíacas e acidentes vasculares cerebrais, elevando os custos com tratamento e reduzindo a qualidade de vida (79).

Em idosos há uma alta prevalência de DM2 (80). Variações na composição corporal relacionadas ao envelhecimento incluem a redução da massa magra e o aumento relativo da massa gorda, com o aumento da gordura visceral levando a alterações da sensibilidade à insulina (81) (82). Vale ressaltar que a DM2 em idosos está associado à aceleração dessa redução da massa e força muscular esquelética (83), o que torna importante a prática do exercício físico nessa população, não somente para aumento da força muscular (84), mas para controle glicêmico (85) e redução do estresse oxidativo (86)(47).

Portanto, o aumento de atividades físicas relacionadas ao cotidiano e a prática do exercício físico são importantes ferramentas terapêuticas que controlam a DM2 e levam a benefícios adicionais (87) (88), principalmente quando associada à medicação e à dieta (89). Nessa perspectiva, tem-se entre as modalidades de exercício físico, o treinamento resistido que é uma intervenção potencial para neutralizar a perda de massa muscular (sarcopenia) e a perda de força muscular (dinapenia) relacionadas com a idade (90), além de reduzir o estresse oxidativo em idosos que realizam o exercício resistido de forma regular (91).

Sallam e Laher (92) citam que os efeitos do exercício variam de acordo com o tipo, intensidade, frequência e duração do exercício, bem como sobre as características do indivíduo; portanto, é essencial o desenvolvimento de programas de exercícios personalizados.

Em estudos bem recentes, tem sido discutida a interação do treinamento resistido à TFBM (93) (94), que é um recurso de amplo espectro terapêutico devido a promoção de efeitos biológicos importantes que dizem respeito à eficiência muscular (95) (96) (42) (41) e à regulação do metabolismo oxidativo (97) (98), variáveis importantes deste estudo.

Desta forma, o presente estudo investigou a aplicabilidade da TFBM imediatamente antes do TR e a magnitude das respostas relacionadas ao desempenho muscular, ao metabolismo oxidativo e à capacidade funcional, quando comparado ao treinamento resistido isolado com idosas diabéticas tipo 2.

### **3.2.2 Métodos**

#### **3.2.2.1 Delineamento do estudo**

Ensaio clínico, controlado, randomizado e duplo-cego. Foi aprovado no Comitê de Ética de Pesquisa, envolvendo Seres Humanos da Universidade Nove de Julho, São Paulo, Brasil (CEP/UNINOVE Nº 1.722.104/2016). Todos os participantes forneceram uma declaração escrita do consentimento livre e esclarecida (TCLE) antes do início do processo de coleta de dados. O estudo foi conduzido no Campus III na Universidade do Estado do Pará, no Laboratório de Exercício Resistido e Saúde, Belém, Pará; no período de agosto de 2016 a julho de 2017.

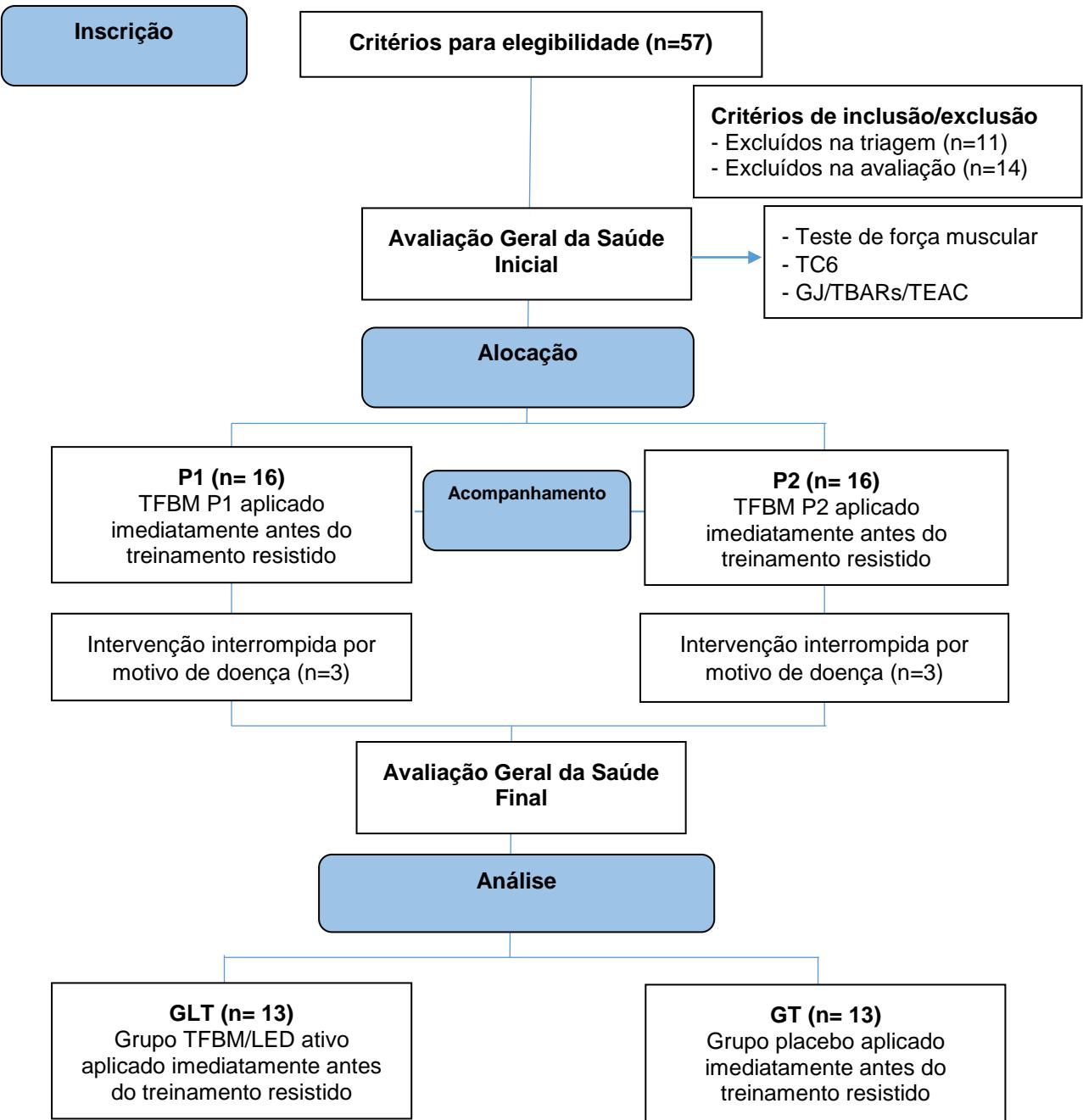
#### **3.2.2.2 Casuística**

Participaram do estudo mulheres da comunidade que atenderam aos seguintes critérios de inclusão: idade entre 60 e 75 anos, diagnóstico de Diabetes Mellitus Tipo 2 há pelo menos 1 ano, escore cognitivo  $\geq 18$  para não alfabetizadas e  $\geq 26$  para alfabetizadas no Minimental, glicemia casual de até 250 mg/dl, fazer uso de insulina apenas como suplementação do controle glicêmico, pressão arterial

sistêmica normal ou controlada com medicação, liberadas pelo cardiologista para o exercício físico. Foram excluídas as que realizavam exercício físico regular ou fisioterapia motora, com alteração auditiva, visual e/ou motora severa e situação de saúde que impedia a aplicação dos instrumentos avaliativos ou intervenção proposta, com 2 faltas consecutivas ou 3 alternadas.

### 3.2.2.3 Randomização e cegamento

O cálculo do tamanho amostral foi baseado em estudo piloto com 6 voluntárias desta pesquisa por meio de dados da força muscular pré e pós treinamento resistido. O cálculo foi realizado usando o programa G\*Power, que calculou em 16 voluntárias por grupo, já com a previsão de perda amostral. A casuística do estudo consistiu em 32 voluntárias. As voluntárias foram alocadas em 2 grupos de intervenção (P1 e P2) usando um método aleatorização em blocos, no qual, para cada bloco de participantes, a sequência de alocação foi gerada usando uma tabela de números aleatórios e envelopes opacos selados, contendo um cartão que estipulou um dos dois grupos, de acordo com a Figura 2. Este processo foi realizado por um membro da equipe de pesquisa que não estava envolvido no processo de recrutamento ou desenvolvimento do estudo para garantir o cegamento do examinador. Vale ressaltar também que a programação do equipamento da TFBM foi realizada por um pesquisador que não informou qual dos programas era TFBM ativa e qual era o placebo.



**Figura 2 - Fluxograma de estudo baseado em *Consolidated Standards of Reporting* (CONSORT)**

### 3.2.2.4 Procedimentos

As voluntárias passaram pelas seguintes etapas: triagem inicial; rastreio cognitivo; avaliação geral de saúde; teste de força muscular; teste de caminhada e exames laboratoriais. Posteriormente foi realizado o protocolo de intervenção e ao término de 8 semanas todas as voluntárias foram reavaliadas. Vale ressaltar que na pré e pós-intervenção, diariamente, eram aferidas pressão arterial, frequência

cardíaca e a glicemia casual para controle e resguardo da segurança de cada voluntária.

Seguem descritos todos os instrumentos avaliativos na sequência de aplicação e intervenção.

#### **3.2.2.4.1 Questionário de triagem**

O primeiro contato com a possível voluntária foi por meio de um questionário de triagem, via telefone ou pessoalmente, no qual se verificava o potencial de participação da mesma no estudo, baseado nos critérios de inclusão/exclusão e de disponibilidade de horário e período da intervenção. Caso preenchesse todos os critérios era aplicado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e agendada a avaliação.

#### **3.2.2.4.2 Mini Exame do Estado Mental**

Antes da avaliação propriamente dita foi aplicado o Minimental para rastreio das funções cognitivas. Este teste apresenta 11 itens sendo que a primeira parte avalia memória e função executiva (atenção e concentração) e a segunda parte avalia outras funções corticais (linguagem, gnosia, praxia, função executiva e função viso-espacial). O escore depende da escolaridade da idosa, sendo atribuídos 18 pontos às analfabetas e/ou baixa escolaridade e 26 pontos às voluntárias com 8 anos ou mais de escolaridade. A pontuação máxima é de 30 pontos (99).

#### **3.2.2.4.3 Avaliação geral de saúde**

Foi aplicada, então, uma ficha de avaliação geral do estado de saúde da voluntária, elaborada pela pesquisadora, e constituída por cinco seções: a identificação (dados pessoais, prática de atividades físicas, tabagismo, etilismo); a anamnese (história atual e pregressa da doença, uso de medicação); sinais vitais e medidas antropométricas (FC, PA, peso, altura, IMC e relação C/Q); exames complementares (exames sanguíneos anteriores e a aferição da glicemia casual); e exame físico e de autocuidado.

### **3.2.2.4.4 Sinais vitais e medidas antropométricas**

A Frequência Cardíaca (FC) e a Pressão Arterial (PA) foram medidas em situação de repouso, para tanto, a voluntária ficou sentada por 10 minutos antes da aferição. Durante os procedimentos, na posição sentada, o braço da avaliada ficou estendido na altura do coração. Para a aferição da PA foi utilizado o método auscultatório, com um esfigmomanômetro (Incoterm®) e estetoscópio (Incoterm®). Para verificação da FC foi utilizado um oxímetro de pulso (modelo RPO-88), uma pequena unidade digital. Para garantir que o oxímetro está apresentando uma boa leitura, foram cronometrados os batimentos cardíacos durante 1 minuto com os dedos indicador e médio no pulso radial e comparado com o número obtido pelo oxímetro, como os valores se assemelharam, constatou-se bom sinal.

A massa corporal foi mensurada por meio de uma balança antropométrica (marca Filizola®) com resolução de 0,1 Kg (São Paulo, Brasil), a estatura por meio de um estadiômetro (marca Filizola®) com resolução de 0,1 cm (São Paulo, Brasil). As medidas de massa corporal e estatura utilizadas para o cálculo do IMC, em que o peso, em quilogramas, foi dividido pelo quadrado da estatura, em metros ( $IMC = MC(kg)/Est (m^2)$ ). As medidas de circunferência para mensuração da relação cintura quadril (RCQ) foram tomadas com uma trena antropométrica (marca Sanny®).

### **3.2.2.4.5 Glicemia casual**

O teste foi realizado com uma gota de sangue capilar da falange distal do segundo quiodáctilo, sem qualquer preparo do indivíduo. Este fluido é uma mistura de sangue arterial, venoso e linfa. O termo “casual” advém do fato desta dosagem de glicose não estar comprometida com o tempo decorrido desde a última refeição. Algumas substâncias podem interferir no resultado do exame como hipoglicemiantes, bebidas alcoólicas e teor da última refeição (100). Para sua verificação foi utilizado um monitor de glicemia, uma tira de teste e um lancetador, todos da marca Accu-check Active ®, e obedeceu as seguintes etapas: assepsia do local com um chumaço de algodão embebido em álcool a 70%; lancetar o dedo para obter uma gota de sangue; aplicar a gota na tira de teste, conforme manual de

instruções do monitor de glicemia; aguardar alguns segundos para ver os resultados; e descartar o algodão, a lanceta e a tira de teste na caixa de descarte específica.

#### **3.2.2.4.6 Teste da força muscular**

O objetivo do teste foi determinar a carga específica individual correspondente à carga máxima realizada em 10 repetições. Foi estimada uma carga de 60% de 1RM e realizadas 10 repetições para familiarização com o aparelho (36). Para o teste, as voluntárias foram instruídos a realizar uma única extensão do joelho com uma força de contração máxima em uma cadeira extensora (marca Physicus®). Para evitar a influência da fadiga muscular, quando ocorreu a não definição da carga, o teste era reagendado. Todos os procedimentos foram baseados no American College of Sports Medicine Guidelines (101).

#### **3.2.2.4.7 Teste de Caminhada**

O TC6 foi realizado com base nas diretrizes da American Thoracic Society (102). É de fácil aplicação, melhor tolerado e reflete bem as atividades da vida diária. Requer que o indivíduo caminhe num corredor e não necessita de nenhum equipamento de medida avançado. Avalia a capacidade funcional submáxima. A maioria dos pacientes não atinge a capacidade máxima de exercício durante o TC6, ao invés disso, eles escolhem a sua própria intensidade de exercício.

A indicação mais forte para o TC6 é para as respostas de pacientes com doenças cardiopulmonares, mas é também usado como medida de estado funcional, bem como preditor de morbimortalidade. Contraindicações absolutas para o teste incluem angina instável e infarto do miocárdio durante o mês anterior. Contraindicações relativas incluem frequência cardíaca de repouso de mais de 120 batimentos por minutos, pressão arterial sistólica de mais de 180 mm Hg, e uma arterial diastólica de mais de 100 mm Hg.

O TC6 foi realizado num corredor longo, reto com uma superfície plana, com 30 metros de comprimento e demarcado a cada 3 metros. Os pontos de rotação foram delimitados com dois cones (Sanny®, American Medical do Brasil Ltda). Para medir PA, FC e percepção de esforço foram usados, respectivamente, um

esfigmomanômetro/estetoscópio, um oxímetro de pulso (marcas anteriormente descritas) e uma escala de Borg modificada (103).

A escala de Borg é um instrumento válido e confiável (104) que consiste em uma escala vertical graduada de 0 a 10, com expressões correspondentes ao aumento progressivo do nível de percepção do esforço, dispneia ou fadiga dos MMII e MMSS (105). Nessa escala 0 corresponde a nenhuma percepção de esforço, representada pela expressão "absolutamente nada" na escala e 10 a uma percepção de esforço "extremamente forte", representando o nível mais elevado de percepção de esforço possível (106). A escala de Borg modificada foi utilizada para avaliar o nível de percepção do esforço durante a realização do TC6 e do treinamento resistido.

#### **3.2.2.4.8 Exames laboratoriais**

##### **- Coleta de sangue**

A coleta das amostras de sangue das voluntárias foi realizada antes de iniciar a intervenção e ao término de 8 semanas, realizados em parceria com o Laboratório de Análises Clínicas da UEPA (Glicemia em jejum) e com o Laboratório de Morfofisiologia Aplicada à Saúde da UEPA (TBARs e TEAC). Vale ressaltar que o material coletado foi acondicionado e manipulado por profissionais habilitados dos laboratórios. Foram adotados todos os procedimentos dentro das normas técnicas, com utilização de material descartável e Equipamentos de Proteção Individual (EPI).

##### **- Glicemia em jejum (GJ)**

Na falta do teste de hemoglobina glicada, a fim de monitoramento da diabetes mellitus, o teste escolhido foi a glicemia em jejum. O preparo das voluntárias consistiu em jejum de 8 horas, coleta pela manhã de 8ml de sangue venoso em tubo à vácuo com ativador de coágulo e gel separador. Todas as amostras foram devidamente identificadas com nome, número de cadastro do paciente (número de ordem diária), idade, sexo e outras informações que são consideradas relevantes para a análise solicitada. Após a coleta o sangue foi centrifugado a 3000 rpm (rotações por minuto) durante 5 minutos, em até 2 horas após a coleta e o soro foi

separado imediatamente ao procedimento e analisado 10 µl em aparelho automatizado de bioquímica – CB350 Wiener lab. Foi utilizado o método do kit glicemia enzimático colorimétrico líquida juntamente com 2 níveis de um material de controle de qualidade (Standatrol S-E 2), cujas concentrações são previamente conhecidas de glicose.

#### - Metabolismo oxidativo

Foram coletados das voluntárias 4 ml de sangue venoso, no mesmo dia da coleta para a análise da glicemia de jejum, em tubos a vácuo com anticoagulante. Os tubos foram imediatamente identificados com o código de cada paciente, colocados em gelo e foram centrifugados a 3000 rpm por 15 minutos, a 4°C. As amostras foram separadas em alíquotas, porção celular e o plasma. Estas foram armazenadas em ultrafreezer a -80°C. Somente o plasma sanguíneo foi utilizado para as análises da peroxidação lipídica, por meio da determinação das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) e da capacidade antioxidante total equivalente ao trolox (TEAC).

##### a) Peroxidação lipídica

Para se determinar a concentração de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico, produtos resultantes da peroxidação lipídica, foi utilizado o método de Winterbourn (1985) (107) modificado para análise em espectofotometria. As amostras do plasma foram descongeladas com aumento gradual de temperatura para serem utilizadas no método.

O método baseia-se na alteração da coloração da amostra quando a mesma é colocada para reagir com o ácido tiobarbitúrico a 1 % na temperatura de 90 a 100 °C e em meio ácido. Em tubos Eppendorf de 2 ml, foram colocados 25 µL de BHT (solução etanólica a 2 %), 250 µL de HCl 25%, 250 µL de solução de ácido tiobarbitúrico (1%) dissolvido em solução aquosa de NaOH a 0,05N e 250 µL de amostra. Foi feito um branco com todas as soluções colocando-se, no lugar da amostra, solução salina 0,9%. Posteriormente, os tubos contendo a mistura foram incubados em banho fervente (100°C) durante 10 minutos e resfriados em banho de gelo. Em seguida, adicionou-se 750 µL de butanol em cada tubo e agitou-se em

vórtex até que houvesse a transferência total da coloração rósea da camada inferior para a superior. A mistura foi centrifugada por 5 minutos a 12000 rpm até que a fase do butanol (sobrenadante) tornou-se límpida. Foram pipetados 200 $\mu$ L de sobrenadante, e as amostras distribuídas em duplicata em uma placa de 96 wells. A placa foi introduzida em um espectrofotômetro, onde mediu-se a absorbância ao comprimento de onda de 532 nm.

A amplificação da peroxidação durante o ensaio foi prevenida pela adição de um antioxidante (butil-hidroxi-tolueno-BHT) (108). A concentração de TBARs foi determinada utilizando-se o coeficiente de extinção molar do MDA ( $\mu = 1,56 \times 10^{-5} \text{ M}^{-1} \text{ mL}^{-1}$ , Winterbourn (1985) (107), pela fórmula: **concentração de TBARs = Absorbância/1,56 x diluições.**

#### b) Capacidade antioxidant total

A Capacidade Antioxidante Equivalente ao Trolox (TEAC) da amostra foi analisada pelo método proposto por (109), modificado por (109). Trata-se de uma técnica colorimétrica baseada na reação entre o radical cátion ABTS<sup>•+</sup> (2,2' -azinobis-3-etylbenzotiazolina-ácido-6-sulfônico-diamônio + persulfato de potássio-K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>; absorbância entre 0,680-0,720 à 734 nm) e o antioxidante presente na amostra, que reduz o radical ABTS<sup>•+</sup> a ABTS. Para determinar a absorbância inicial foi pipetado 300  $\mu$ L da solução ABTS<sup>•+</sup> em uma placa (96 wells) para a leitura da absorbância a 734 nm. Logo em seguida, foram pipetados 990  $\mu$ L da solução ABTS<sup>•+</sup> e 10  $\mu$ L da amostra em Eppendorf de 1,5 ml, homogeneizou a mistura em vórtex, esperou durante 5 minutos a reação, e pipetou 300  $\mu$ L da mistura em uma placa para a leitura da absorbância final.

A capacidade antioxidant da amostra foi determinada segundo a sua equivalência ao trolox (ácido 6-hidroxi-2,5,7,8-tetrameticromono-2-carboxílico; Aldrich Chemical), sob as mesmas condições experimentais. Os resultados foram expressos em milímoles por litro ( $\mu\text{M/l}$ ).

#### **3.2.2.4.9 Intervenção**

Antes de iniciar e ao final de cada dia da intervenção, para ambos os grupos eram verificadas FC, PA e glicemia casual, em situação de repouso, além da

aplicação da escala de Borg antes e após o treinamento resistido. Todas as verificações foram registradas em uma Ficha de Controle Diário.

- Terapia por fotobiomodulação

A TFBM ativa ou placebo foi aplicada imediatamente antes (42) de cada sessão de treinamento resistido, dependendo da alocação das voluntárias para os diferentes grupos. Foi utilizado um equipamento MR4 fabricado pela Multi Radiance Medical (Solon, OH – USA), cujos parâmetros se encontram descritos na Tabela 4. A aplicação consistiu no uso de 3 *clusters* em contato direto com a pele e leve pressão (Figura 3). Cada cluster combina 4 diodos de laser super-pulsados (905 nm), 4 LEDs vermelhos (640 nm) e 4 LEDs infravermelhos (875 nm) que foram posicionados em 6 locais distintos do músculo anterior da coxa (2 centrais-reto femoral e vasto intermédio, 2 lateralmente-vasto lateral e 2 medialmente- vasto medial). A duração da irradiação foi de 228 segundos (3 min e 48 s), sendo 30 joules (0,285 J de 905 nm, 13,68 J de 640 nm, 15,96 J de 875 nm) (95). O tempo entre a irradiação e o protocolo de treinamento resistido foi de 10 a 15 min, pois foi utilizado somente uma unidade com 3 clusters por área de aplicação, sendo 3 pontos proximais e 3 pontos distais do membro inferior dominante (Figura 4).



**Figura 3-** Aplicação da TFBM.



**Figura 4-** Unidade com 3 clusters.

**Tabela 4** - Parâmetros da Terapia por Fotobiomodulação.

Número de lasers	4 Lasers Infravermelhos super-pulsados
Comprimento de onda (nm)	905 ( $\pm 1$ )
Frequência (Hz)	250
Potência de pico (W) - cada	12.5
Média da saída óptica média (mW)-cada	0.3125
Densidade de potência (mW / cm <sup>2</sup> )	0.71
Densidade de energia (J / cm <sup>2</sup> ) - cada	0.162
Dose (J) - cada	0.07125
Tamanho do ponto do laser (cm <sup>2</sup> ) - cada	0.44
Número de LEDs vermelhos	4 LEDs vermelhos
Comprimento de onda dos LEDs vermelhos (nm)	640 ( $\pm 10$ )
Frequência (Hz)	2
Média de saída óptica (mW)- cada	15
Densidade de potência (mW / cm <sup>2</sup> )-cada	16.66
Densidade de energia (J / cm <sup>2</sup> - cada	3.8
Dose (J) - cada	3.42
Tamanho do ponto do LED vermelho (cm <sup>2</sup> ) - cada	0.9
Número de LEDs infravermelhos	4 LEDs infravermelhos
Comprimento de onda dos LEDs infravermelhos (nm)	875 ( $\pm 10$ )
Frequência (Hz)	16
Média de saída óptica (mW) - cada	17.5
Densidade de potência (mW / cm <sup>2</sup> ) – cada	19.44
Densidade de energia (J / cm <sup>2</sup> ) - cada	4.43
Dose (J) - cada	3.99
Tamanho do ponto do LED (cm <sup>2</sup> ) - cada	0.9
Campo magnético (mT)	35
Tempo de irradiação por local (seg)	228
Dose total por local (J)	30
Dose total aplicada no grupo muscular (J)	180
Abertura do dispositivo (cm <sup>2</sup> )	20

Vale ressaltar que, imediatamente após aplicação da TFBM, a voluntária iniciou o aquecimento, seguido do treinamento resistido.

#### - Protocolo do treinamento resistido

O programa de treinamento consistiu em 8 semanas para cada grupo e as sessões de treinamento foram realizadas 2 vezes por semana em dias não consecutivos. No inicio de cada sessão foi realizado aquecimento de aproximadamente 5 minutos composto de exercícios para os membros inferiores por

meio de movimentos de rotação do tronco, flexão e extensão do quadril, flexão e extensão do joelho, flexão e extensão do tornozelo.

Após o aquecimento, cada indivíduo realizou o treinamento resistido de intensidade moderada alternada por segmento, baseado no protocolo do ACSM (101) de 8 a 12 repetições máximas, 2 séries por exercício, 1 a 2 minutos de intervalo entre séries e exercícios.

Para a determinação da carga de trabalho foi utilizado o método de aproximação sucessiva para uma determinada faixa de repetições (8 a 12). Aumentos de carga entre 2 a 10 % ocorreram sempre que a voluntária conseguia realizar uma ou duas repetições a mais do que as planejadas. Além disso foram observadas as seguintes características para controle da intensidade: redução do ritmo, apneia e tendência a falha concêntrica.

Os exercícios para os membros inferiores foram cadeira extensora e leg-press. Cada repetição foi realizada com velocidade de 2 segundos na fase concêntrica e de 2 segundos na fase excêntrica, visando a amplitude completa do movimento.

#### **3.2.2.4.10 Análise estatística**

Os dados foram testados quanto à normalidade usando o teste de Shapiro-Wilk e o teste ANOVA de duas vias com o post hoc de Bonferroni foi usado para comparar cada grupo. Todos os dados foram expressos como média  $\pm$  desvio padrão (Dp). O software GraphPad Prism 5 (GraphPad Software, San Diego, CA, EUA) foi utilizado para análise. Foi considerado estatisticamente significante  $p < 0,05$ . O cálculo do poder da amostra, realizado pelo software G \* Power, mostrou o poder de 80% para todos os resultados analisados.

### **3.2.3 Resultados**

De acordo com os dados coletados, houve semelhança entre os grupos GLT e GT, no que diz respeito às variáveis analisadas, demonstrando a homogeneidade da amostra (Tabela 5).

**Tabela 5-** Dados antropométricos, demográficos e clínicos.

DADOS	GLT (n=13)	GT (n=13)	p-valor
DM2 tempo (anos)	10,15 ± 8,05	10 ± 7,77	0,961
GJ (mg/dl)	152,76 ± 66,09	147,50 ± 50,00	0,848
GC (mg/dl)	188,61 ± 49,08	155,35 ± 65,30	0,310
Idade (anos)	66 ± 4,84	63,7 ± 3,64	0,059
Altura (m)	1,51 ± 0,04	1,53 ± 0,05	0,632
Peso (Kg)	72,54 ± 8,90	67,71 ± 11,41	0,646
IMC (Kg/m <sup>2</sup> )	31,77 ± 3,27	28,75± 5,59	0,060
ICQ	0,90 ± 0,07	0,86 ± 0,07	0,783
MEEM geral	27,7 ± 1,83	28 ± 1,79	0,938
FC (bpm)	73,76 ±14, 57	72,28 ± 12,94	0,573
PAS (mmHg)	112,30 ± 10,12	123,57 ± 15,49	0,505
PAD (mmHg)	77,69 ± 4,38	80,71 ± 9,97	0,137

Valores da média ± desvio padrão e p-valor. Legenda: GLT= grupo TFBM aplicada imediatamente antes do treinamento resistido, GT= grupo placebo + treinamento resistido DM2= diabetes mellitus tipo 2, GJ= glicemia de jejum, GC= glicemia casual, IMC = índice de massa corporal, ICQ= índice cintura quadril, MEEM= mini exame do estado mental, HAS = hipertensão arterial sistêmica, FC= frequência cardíaca, PAS= pressão arterial sistólica, PAD=pressão arterial diastólica

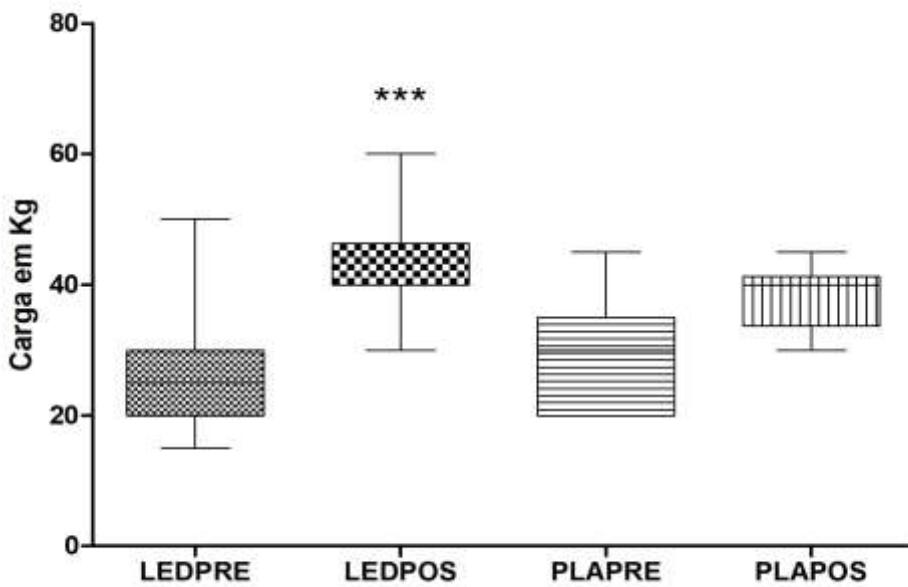
Na tabela 6 encontram-se os dados clínicos relacionados às comorbidades apresentadas pelas voluntárias e medicações utilizadas, apresentadas em percentual (%)

**Tabela 6-** Comorbidades e medicações.

<b>Comorbidades (%)</b>	<b>GLT (n=13)</b>	<b>GT (n=13)</b>
HAS	69%	71,42%
Hipotireoidismo	7,69%	28,57%
Cardiopatias	7,69%	7,14%
Esteatose hepática	7,69%	14,28%
Bursite de ombro	7,69%	7,14%
Osteoporose	7,69%	7,14%
Outras doenças musculoesqueléticas	23,07%	21,42%
Hipertireoidismo	7,69%	_____
Labirintite	7,69%	_____
Hiponatremia	7,69%	_____
Hipercolesterolemia	_____	21,42%
Gastrite	_____	7,14%
<b>Medicações (%)</b>		
Cloridrato de Metformina	76,92%	50%
Glibenclamida	15,38%	14,28%
Glimepirida	15,38%	14,28%
Insulina	15,38%	14,28%
Gliclazida	15,38%	7,14%
Fosfato de Sitagliptina, + Cloridrato de Metformina	7,69%	14,28%
Vildagliptina + Cloridrato de Metformina	7,69%	7,14%
Outros agentes hipoglicemiantes	7,14%	28,57%

Legenda: GLT= grupo TFBM aplicada imediatamente antes do treinamento resistido, GT= grupo placebo + treinamento resistido, HAS=hipertensão arterial sistêmica.

Os valores referentes à força muscular de quadríceps alcançados pelas voluntárias no grupo LED pré-intervenção ( $26 \pm 9,66$  Kg) e pós-intervenção ( $42,50 \pm 7,90$  Kg); no grupo Placebo pré-intervenção ( $28,50 \pm 8,51$  Kg) e pós-intervenção ( $38,33 \pm 5,16$  Kg), comparados pela análise de variância ANOVA de duas vias e post hoc de Bonferroni, demonstram diferença estatisticamente significante entre os momentos pré e pós intervenção do grupo LED ( $p < 0,0001$ ) (Figura 5)

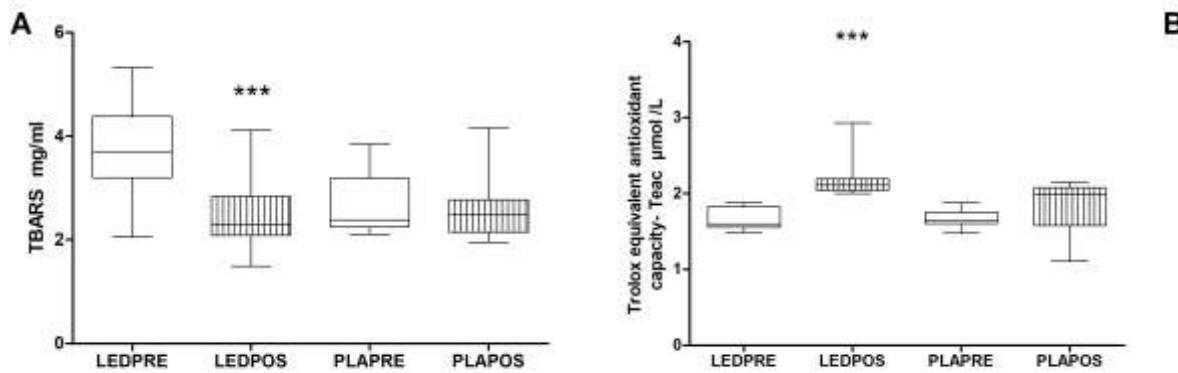


**Figura 5-** Comparação da força muscular entre os momentos pré e pós-intervenção dos grupos LED e Placebo.

Legenda: LEDPRE= grupo TFBM aplicada imediatamente antes do treinamento resistido no momento anterior as 8 semanas de treinamento, LEDPOS= grupo TFBM aplicada imediatamente antes do treinamento resistido no momento posterior as 8 semanas de treinamento, PLAPRE= grupo placebo no momento anterior as 8 semanas de treinamento, PLAPOS= grupo placebo no momento posterior as 8 semanas de treinamento.

Os valores referentes à atividade pró-oxidante (TBARs) alcançados pelas voluntárias no grupo LED pré-intervenção ( $3,76 \pm 0,85$  mg/ml) e pós-intervenção ( $2,52 \pm 0,76$  mg/ml); no grupo Placebo pré-intervenção ( $2,640 \pm 0,61$  mg/ml) e pós-intervenção ( $2,57 \pm 0,57$  mg/ml), comparados pela análise de variância ANOVA de duas vias e post hoc de Bonferroni, demonstram diferença estatisticamente significante entre os momentos pré e pós intervenção do grupo LED ( $p<0.0001$ ) (Figura 6 A)

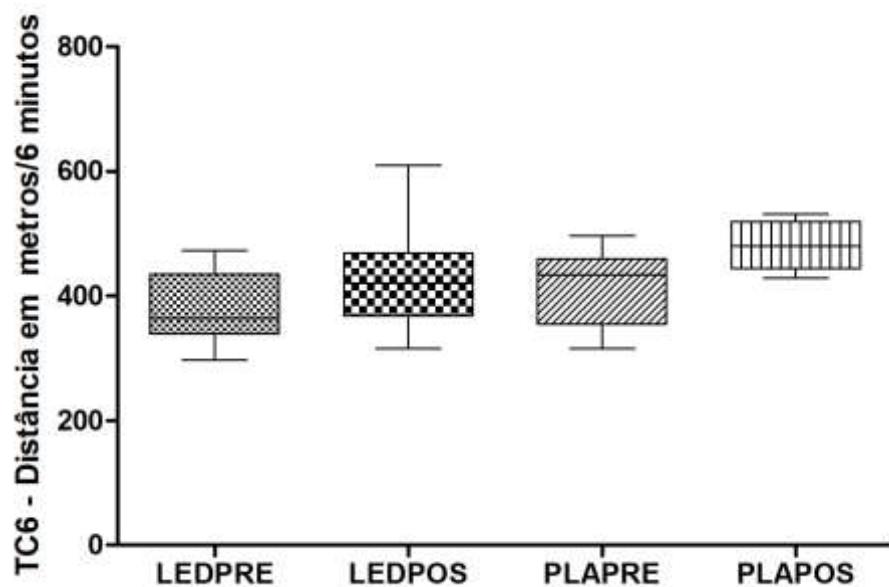
Os valores referentes à atividade antioxidante (TEAC) alcançados pelas voluntárias no grupo LED pré-intervenção ( $1,66 \pm 0,13$   $\mu\text{mol/L}$ ) e pós-intervenção ( $2,17 \pm 0,23$   $\mu\text{mol/L}$ ); no grupo Placebo pré-intervenção ( $1,66 \pm 0,11$   $\mu\text{mol/L}$ ) e pós-intervenção ( $1,8 \pm 0,39$   $\mu\text{mol/L}$ ), comparados pela análise de variância ANOVA de duas vias e post hoc de Bonferroni, demonstram diferença estatisticamente significante entre os momentos pré e pós intervenção do grupo LED ( $p<0.0001$ ) (Figura 6 B)



**Figura 6-** Comparação do TBARs e TEAC entre os momentos pré e pós-intervenção dos grupos LED e Placebo.

Legenda: LEDPRE= grupo TFBM aplicada imediatamente antes do treinamento resistido no momento anterior as 8 semanas de treinamento, LEDPOS= grupo TFBM aplicada imediatamente antes do treinamento resistido no momento posterior as 8 semanas de treinamento, PLAPRE= grupo placebo no momento anterior as 8 semanas de treinamento, PLAPOS= grupo placebo no momento posterior as 8 semanas de treinamento.

Os valores referentes à distância percorrida no TC6 alcançados pelas voluntárias no grupo LED pré-intervenção ( $378,4 \pm 59,17$  m) e pós-intervenção ( $424,9 \pm 76,87$  m); no grupo Placebo pré-intervenção ( $418,3 \pm 64,58$  m) e pós-intervenção ( $482,1 \pm 36,96$  m), comparados pela análise de variância ANOVA de duas vias e post hoc de Bonferroni, não demonstram diferença estatisticamente significante entre os momentos pré e pós intervenção do grupo LED e Placebo ( $p < 0,05$ ) (Figura 7)



**Figura 7-** Comparação da distância percorrida no TC6 entre os momentos pré e pós-intervenção dos grupos LED e Placebo.

Legenda: LEDPRE= grupo TFBM aplicada imediatamente antes do treinamento resistido no momento anterior as 8 semanas de treinamento, LEDPOS= grupo TFBM aplicada imediatamente antes do treinamento resistido no momento posterior as 8 semanas de treinamento, PLAPRE= grupo placebo no momento anterior as 8 semanas de treinamento, PLAPOS= grupo placebo no momento posterior as 8 semanas de treinamento.

### 3.2.4 Discussão

O crescimento exponencial do número de indivíduos com doenças crônicas não-transmissíveis é evidente, ressaltam-se o envelhecimento populacional, a obesidade e o sedentarismo como fatores que desencadeiam entre outras doenças a Diabetes Mellitus tipo 2 (110) (111) (112) (113).

Entre as disfunções que se somam quando relacionados o envelhecimento à hiperglicemia têm-se a redução da massa e da força muscular, da capacidade funcional e do metabolismo oxidativo. Como forma de modificação dessa nova realidade para o idoso diabético sedentário, além das medicações hipoglicemiantes, faz-se necessário implementar novos hábitos como: alimentação hipocalórica, aumentar a atividade física relacionadas às atividades cotidianas e incorporar exercícios físicos ao tratamento, uma excelente opção é o treinamento resistido (114) (115) (116).

Vários estudos mostram a importância da prática do treinamento resistido para o controle da doença (5) (38). Mais recentemente têm-se obtidos resultados significativos para o desempenho muscular (34) (35) (36) e o metabolismo oxidativo (37) ao associar a terapia por fotobiomodulação e o treinamento resistido, resultados já verificado com indivíduos hígidos, jovens, atletas (42) e em algumas situações clínicas.

Partindo desses pressupostos teóricos, objetivou-se estudar os efeitos da TFBM por meio da associação dos LASERs super-pulsados e LEDs vermelhos e infravermelhos quando aplicada imediatamente antes do treinamento resistido em idosas diabéticas tipo 2. A hipótese foi que tal associação produziria melhora no desempenho muscular, no metabolismo oxidativo e na capacidade funcional.

No presente estudo, houve aumento estatisticamente significante da força muscular do quadríceps no grupo pré/pós LED (GLT) cujas voluntárias foram submetidas à TFBM ativa imediatamente antes da sessão de TR, porém não houve

diferença estatisticamente significante no grupo Placebo (GT) e nem entre os grupos LED e Placebo.

Toma et al. (46), similar em vários aspectos ao presente estudo, aplicou a TFBM imediatamente após o TR em idosas e observou que houve aumento significante da força muscular, tanto no grupo que recebeu LED ativo quanto no placebo, mas não houve diferença estatisticamente significante entre os grupos, corroborando nesse aspecto com este estudo.

No estudo de Miranda et al. (117) demonstrou-se que uma combinação de superpulsos de TFBM com LASER/LED no quadríceps femoral em indivíduos idosos com DPOC foi capaz de aumentar a força muscular, além de reduzir a sensação de dispneia e fadiga de membros inferiores.

Paolillo et al. (118), apresentou em seu estudo com mulheres pós-menopausadas que a associação do LED infravermelho ao treino com esteira pode melhorar a força muscular e a fadiga em membros inferiores.

Borsa et al. (119) avaliou 12 ensaios clínicos randomizados relacionados à exposição do músculo à TFBM, uni ou multidiodo do LASER e/ou LED, administrada imediatamente antes de um exercício resistido, o qual evidenciou benefícios na performance muscular.

Antonialli et al. (95) referem que a combinação de laser super-pulsado com LEDs vermelhos e infravermelhos quando irradiada a 30 J em seis locais nos extensores do joelho pré-exercício, beneficia seu desempenho devido aumento da força muscular.

Baroni et al. (96) aplicou durante 8 semanas a TFBM pré-exercício excêntrico e observou um aumento significativo na massa e na força muscular. Concluiu-se, nesse estudo, que a adição de TFBM pré-exercício pode ser benéfico para programas de treinamento onde o objetivo é o aumento da força muscular.

Vanin et al. (42) confirmam que a aplicação de TFBM produz maior ganho de força quando aplicado antes do exercício durante 12 semanas. Em seu estudo, a TFBM pré-exercício em dinamômetro isocinético, aumentou a força isométrica em 39 a 46%, enquanto o placebo aumentou de 14 a 15%. Refere ainda que a TFBM pode ter benefícios adicionais na reabilitação pós-lesão quando a melhora da força é necessária.

Em estudo mais recente, Miranda et al. (120) apontam que a TFBM associada ao treinamento de *endurance* em esteira, durante 12 semanas, melhorou o

desempenho aeróbio e demonstraram que o momento ideal para a execução da TFBM ocorre pré e pós cada sessão da intervenção proposta.

Esses achados mostram que diferentes tipos de treinamento apresentam respostas efetivas com diferentes momentos de aplicação, e que o presente estudo com treinamento resistido aplicou a TFBM em momento ótimo.

Quanto ao estresse oxidativo, este exerce um papel importante no desenvolvimento da complicação da Diabetes Mellitus (121). Evidências apoiam uma associação tênue entre o estresse oxidativo e a evolução da DM, revelando que antes mesmo do surgimento dos sinais e sintomas da doença, ocorre a alteração do metabolismo oxidativo secundário à hiperglicemia e hiperlipidemia, o que sugere sua ação na patogênese da DM. Então, a resistência à insulina e a disfunção pancreática das células beta, características da diabetes tipo 2 são moduladas por espécies reativas de oxigênio (EROs) (122) (123) (124).

Existem muitas fontes de estresse oxidativo na DM, incluindo fatores enzimáticos, não-enzimáticos e mitocondriais. O fator mais importante é a auto oxidação da glicose que resulta no desenvolvimento de EROs, outros fatores são o desequilíbrio da redução/oxidação celular e redução das defesas antioxidantes (125).

Dos Santos et al. (126), em uma revisão sistemática com 8 estudos, objetivou verificar a ação da TFBM em relação ao estresse oxidativo em modelos experimentais com lesão muscular. Relatam que os estudos indicam possível eficácia da TFBM na diminuição da atividade pró-oxidante e aumento da atividade antioxidante, embora, mesmo com um número limitado de estudos deve ser considerado, ainda que os parâmetros e dose da TFBM não tenham sido uniformes.

Mantendo a linha das investigações pré-clínicas, Dos Santos et al. (127) realizaram um estudo com modelo experimental de artrite reumatoide para verificar os efeitos da associação entre a TFBM, com doses de 2 e 4 J, e o exercício físico sobre o metabolismo oxidativo envolvendo para a atividade pró-oxidante o TBARs e para atividade antioxidante SOD, GPX e/ou CAT. Concluiu que houve redução da peroxidação lipídica e aumento da atividade antioxidante.

Neste ensaio clínico com idosas diabéticas, foi observada a significância estatística nos grupos LED (GLT) que realizaram a TFBM pré-treinamento resistido nas atividade pró-oxidante (TBARs) e antioxidante (TEAC), porém sem diferença

significante nos grupos Placebos para ambas as análises, nem quando comparados entre os grupos LED e Placebo.

Entre achados limitados de estudos clínicos, De Marchi et al. (128) avaliaram os efeitos da TFBM associada a corrida em esteira no desempenho do exercício, no estresse oxidativo e na função muscular em humanos. Concluíram que a TFBM aplicada pré-corrida tem resultados expressivos no aumento do desempenho do exercício e na redução do estresse oxidativo do quando comparado ao placebo, sugerindo que o sistema redox é modulado pela ação da TFBM no atraso da fadiga muscular.

Em estudo clínico mais recente, De Marchi et al. (129) objetivaram determinar a eficácia da aplicação da TFBM para recuperação muscular após indução de fadiga muscular, comparando-a à crioterapia, de forma isolada e combinada, e observaram redução dos marcadores pró-oxidantes em todos os grupos e redução do dano muscular dos grupos TFBM, GFC e GCF em comparação ao grupo placebo. Esses resultados demonstram que a TFBM sobrepuja à crioterapia para recuperação muscular, além de evidenciar que a crioterapia reduz a eficácia da TFBM.

Ressalta-se que a fotobiomodulação pode produzir EROs em células normais, porém em células já estressadas oxidativamente ou na indução de doenças em modelos animais, as EROs são reduzidas. Portanto, a TFBM tem a capacidade de equilibrar as defesas antioxidantes e assim reduzir o estresse oxidativo (98).

Quanto ao TC6, é uma prática simples que avalia respostas globais e integradas de todos os sistemas envolvidos durante o exercício físico, considerado um teste submáximo para a capacidade funcional, o que reflete o nível funcional para as atividades físicas do cotidiano (102).

Neste estudo, a consideração mais importante relacionada ao TC6 foi a análise da distância percorrida. Enright e Sherrill (130), em seu experimento, relataram que a distância média do TC6 foi de 576 m para os homens e de 494 m para as mulheres; e essa distância foi consideravelmente menor para pessoas idosas, bem como para pessoas com maior peso e de baixa estatura.

Bautmans et al. (131) mostraram que em idosos há diferenças significativas na distância percorrida no TC6 e que variaram com o estado de saúde. Ao categorizar os indivíduos por suas condições de saúde, percebeu-se a redução significativa na capacidade física de acordo com o histórico médico, uso de medicação e estado de saúde atual.

No entanto, o presente estudo não apresentou significância estatística e nem diferença entre os grupos LED e Placebo em relação ao TC6, concordando com Toma et al. (46), no qual os grupos também fizeram TR associado a TFBM e não apresentaram diferença na distância percorrida no TC6. Os autores pressupõem que pode estar atrelado ao tipo de treinamento que envolveu somente o quadríceps o que não foi suficiente para modular a via anaeróbica.

Pode-se inferir neste estudo, como esperado, que não houve melhora na distância percorrida, pois somente o quadríceps foi irradiado. A marcha humana é uma atividade complexa e que envolve um conjunto de músculos dos membros inferiores, os quais deveriam ser irradiados de uma forma global para o possível efeito desejado.

### **3.2.5 Conclusão**

Evidências apontadas neste estudo sugerem que a Terapia por Fotobiomodulação aplicada imediatamente antes do Treinamento Resistido foi mais eficiente que o Treinamento Resistido de forma isolada. Os resultados deste estudo indicam que a associação entre as técnicas foi capaz de melhorar a parâmetros de força muscular, reduzir a atividade pró-oxidante (TBARs) e aumentar a atividade antioxidante (TEAC) em mulheres idosas com DM2. Consequentemente, os dados destacam o potencial dessa intervenção como estratégia efetiva para prevenir a perda gradual de massa muscular e do desempenho muscular, além da elevação do estresse oxidativo na população em questão, em ambiente clínico.

## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base no achados do **Estudo 1** o treinamento aeróbio parece mais eficaz na redução dos níveis glicêmicos e do estresse oxidativo nos indivíduos sedentários com DM2, de acordo com os critério adotados para esta revisão. No entanto, o número limitado de estudos, os métodos de pesquisa e a variabilidade dos instrumentos de medida usados não fornecem uma visão apropriada sobre os efeitos do treinamento físico no controle glicêmico e no nível de estresse oxidativo em pacientes sedentários com DM2, pois exibem intervenções e marcadores de estresse oxidativo distintos, não havendo homogeneidade em relação ao tipo de protocolo.

Em relação ao **Estudo 2** a aplicação da terapia por meio da combinação de LASERs super-pulsados a LEDs vermelhos e infravermelhos quando realizada antes do treinamento resistido, objeto desta investigação, apresentou resultados significantes confirmando a hipótese do estudo para o aumento do desempenho muscular e a redução do estresse oxidativo, porém sem diferença para a distância percorrida no TC6. Sugere-se mais estudos que envolvam a intervenção proposta com outras situação patológicas com seres humanos, pois este foi o primeiro nessa linha, com idosas diabéticas.

## REFERÊNCIAS

1. World Health Organization. Programmes and projects. Diabetes. *World Health Organization*. [Online] [Cited: Novembro 01, 2015.] <http://www.who.int/diabetes/en/>.
2. BRASIL. *Plano Nacional de Saúde - PNS: 2012-2015*. Secretaria-Executiva e Subsecretaria de Planejamento e Orçamento, Ministério Da Saúde. Brasilia - DF : s.n., 2011. p. 114, Plano Nacional de Saúde.
3. Sociedade Brasileira De Diabetes. *Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes: 2013-2014*. [ed.] José Egídio Paulo de Oliveira and Sérgio Vencio. Rio de Janeiro, RJ : AC Farmacêutica, 2014.
4. American Diabetes Association. Prevention or delay of type 2 diabetes. Sec.5. In Standards of Medical Care in Diabetes-2015. *Diabetes Care*. 2015, Vol. 38, Suppl. 1, pp. 31-32.
5. —. Classification and diagnosis of diabetes. Sec.2. In Standards of Medical Care in Diabetes-2015. *Diabetes Care*. 2015, Vol. 38, Suppl. 1, pp. 8-16.
6. Kommoju UJ, Reddy BM. Genetic etiology of Type 2 diabetes mellitus: a review. *Int J Diabetes Dev Ctries*. 2011; 31 (2): 51-64.
7. Brownlee M. Biochemistry and molecular cell biology of diabetic complications. *Nature*. 2001; 414 (6865): 813-20.
8. Ferreira LT, et al. Diabetes melito: hiperglicemia crônica e suas complicações. *Arq Bras Ciênc da Saúde*. Set/Dez 2011; 36 (3): 182-8.
9. Matthaei, S., et al. Pathophysiology and pharmacological treatment of insulin resistance. *Endocr Rev*. 2000; 21 (6): 585-618.
10. Sociedade Brasileira de Diabetes. *Diretrizes da sociedade brasileira de diabetes 2015-2016*. [ed.] José Egidio Paulo de Oliveira and Sérgio Vencio. Rio de Janeiro – RJ : AC Farmaceutica, 2016.
11. Williams M, Hogg RE, Chakravarthy U. Antioxidants and diabetic retinopathy. *Curr Diab Rep*. Aug 2013; 13 (4): 481-7.
12. Matough FA et al. The Role of Oxidative Stress and Antioxidants in Diabetic Complications. *SQU Med J*. 2012; 12 (1): 5-18.
13. Berry C. et al. Oxidative stress and vascular damage in hypertension. *Curr Opin Nephrol Hypertens*. 2001; 10: 247-55.
14. Oliveira MC, Schoffen JPF. Oxidative Stress Action in Cellular Aging. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 2010; 53 (6): 1333-1342.
15. Schie GHM. A review of the Biomechanics of the diabetic foot. *Lower Extremity Wounds*. 2005; 4 (3): 160-170.
16. Singla R, Gupta Y, Kalra S. Musculoskeletal effects of diabetes mellitus. *J Pak Med Assoc*. Sep 2015; 65 (9): 1024-1027.

17. Oliveira JEP, Milech A. *Diabetes mellitus: clínica, diagnóstico e tratamento multidisciplinar*. São Paulo - SP: Atheneu, 2004.
18. Boulé NG, Haddad E, Kenny, GP et al. Effects of exercise on glycemic control and body mass in type 2 diabetes mellitus: a metanalysis of controlled clinical trials. *JAMA*. 2001; 286 (10): 1218-27.
19. Gordon BA et al. Resistance Training Improves Metabolic Health in Type 2 Diabetes: A Systematic Review . *Diabetes Research and Clinical Practice*. 2009; 83 (2): 157-175.
20. International Diabetes Federation Managing Older People With Type 2 Diabetes. Global Guideline. 2013. *International Diabetes Federation*. [Online] [Cited: Novembro 01 , 2015.] <http://www.idf.org/sites/default/files/IDF-Guideline-for-older-people-T2D.pdf> .
21. Graves JE, Franklin BA. *Resistance training for health and rehabilitation*. s.l. : Human: Kinetics, 2001.
22. Braith RW, Stewart KJ. Resistance exercise training – its role in the prevention of cardiovascular disease. *Circulation*. 2006; 113: 2642-50.
23. Williams MA, Haskell WL, Ades PA. Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: update. *Circulation*. 2007; 116: 572-584.
24. Feigenbaum MS, Pollock ML. Prescription of resistance training for health and disease. *Med Sci Sports Exerc*. 1999; 31: 38-45.
25. Guralnik JM et al. Lower-extremity function in persons over the age of 70 years as a predictor of subsequent disability. *N. Engl J Med*. 1995; 332: 556-61.
26. Sampaio RC, De Moraes C. Estresse oxidativo e envelhecimento: papel do exercício físico. *Motriz*. abr/jun 2010; 16 (2): 506-515.
27. Moscardini F, Barbosa EH, Garcia EF, Borges APO, Bachur JA, Quemelo PRV. Efeito da cinesioterapia na lesão isquêmica e reperfusão em ratos. *Acta Ortop Bras [online]*. 2012; 20 (3): 131-5.
28. Marques LFF, Pigoso AA. O treinamento de força para diabéticos do tipo 2. *Rev. Saúde em Foco*. jan/jun 2016; 3 (1): 36-45.
29. Lopes, LC et al. Efeitos da atividade física na qualidade de vida de mulheres com sobrepeso e obesidade pós-menopausa. *Cienc Cuid Saude* . Jul/Set 2014; 13 (3): 439-446.
30. Tromm CB, Rosa GL, Bom K, Mariano I, Pozzi B, Tuon T, Silva, LA, Pinho RA. Effect of different frequencies weekly training on parameters of oxidative stress. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*. 2012; 14 (1).
31. Huang YY et al. Biphasic dose response in low-level light therapy. *Dose Response*. 2009; 7: 358-83.
32. Sancakli E et al. Early results of low-level laser application for masticatory muscle pain: a double-blind randomized clinical study. *BMC Oral Health*. 2015; 15: 131.

33. Leal Junior EC, de Godoi V, Mancalossi JL, Rossi RP, De Marchi T, Parente M, Grosselli D, et al. Comparison between cold water immersion therapy (CWIT) and light emitting diode therapy (LEDT) in short-term skeletal muscle recovery after high-intensity exercise in athletes--preliminary results. *Lasers Med Sci.* 2011 Jul;26(4):493-501.
34. Baroni BM et al. Low level laser therapy before eccentric exercise reduces muscle damage markers in humans. *Eur J Appl Physiol.* 2010; 110: 789-96.
35. Leal-Junior ECP, Nassar FR, Tomazoni SdAS, Bjordal JM, Lopes-Martins RÁB. A laserterapia de baixa potência melhora o desempenho muscular mensurado por dinamometria isocinética em humanos. *Fisioterapia e Pesquisa.* out/dez 2010; 17 (4): 317-21.
36. Ferraresi C, de Brito OT, de Oliveira ZL, de Menezes RRB, Baldissera V, de Andrade PSE, Matheucci JE, Parizotto NA. Effects of low level laser therapy (808 nm) on physical strength training in humans. *Lasers Med Sci* 26. 2011; 26 (3): 349-358.
37. Marchi Tde; Leal Junior ECP, Bortoli C, Tomazoni SS, Lopes-Martins RÁB, 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.* 2012; 27 (1): 231-36.
38. Executive summary: Standards of medical care in diabetes – 2014. *Diabetes Care.* 2014; 37 (Suppl 1): S5-S13.
39. Nocon M, Hiemann T, Muller-Riemenschneider F, Thalau F, Roll S, Willich SN. Association of physical activity with all-cause and cardiovascular mortality: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil.* 2008; 15: 239-246.
40. Riddell MC, Perkins BA. Type 1 diabetes and vigorous exercise: applications of exercise physiology to patient management. *Can J Diabetes.* 2006; 30: 63-71.
41. De Marchi T, Schmitt VM, Fabro CdaS, da Silva LL, Sene J, Tairova O, Salvador M. Phototherapy for Improvement of Performance and Exercise Recovery: Comparison of 3 Commercially Available Devices. *J Athl Train.* May 2017; 52 (5): 429-38.
42. Vanin AA, Miranda EF, Machado CS, de Paiva PR, Albuquerque-Pontes GM, Casalechi HL, de Tarso CdeCP, Leal-Junior EC. What is the best moment to apply phototherapy when associated to a strength training program? A randomized, double-blinded, placebo-controlled trial. *Lasers Med Sci.* Nov 2016; 31 (8): 1555-64.
43. Leal-Junior ECP. Photobiomodulation Therapy in Skeletal Muscle: From Exercise Performance to Muscular Dystrophies. *Photomedicine and Laser Surgery .* 2015; 33 (2).
44. Leal Junior EC, Lopes-Martins RA, Dalan F, et al. Effect of 655-nm low-level laser therapy on exercise-induced skeletal muscle fatigue in humans. *Photomed Laser Surg.* 2008; 26: 419-424.

45. Toma RL, Tucci HT, Antunes HKM, Pedroni CR, Oliveira AS, Buck I, Ferreira PD, Vassão PG, Renno ACM. Effect of 808 nm low-level laser therapy in exercise-induced skeletal muscle fatigue in elderly women. *Lasers Med Sci.* 2013; 28: 1375–1382.
46. 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.* Aug 2016; 31 (6): 1219-29.
47. Teixeira-Lemos E, et al. Regular physical exercise training assists in preventing type 2 diabetes development: focus on its antioxidant and anti-inflammatory properties. *Cardiovascular Diabetology.* 2011; 1-15.
48. Pittaluga M, et al. Physical Exercise and Redox Balance in Type 2 Diabetics: Effects of Moderate Training on Biomarkers of Oxidative Stress and DNA Damage Evaluated through Comet Assay . *Oxidative Medicine and Cellular Longevity.* 2015; 2015: 1-7.
49. Golbidi S, Badran M, Laher I. Antioxidant and Anti-Inflammatory Effects of Exercise in Diabetic Patients. *Exp Diabetes Res.* 2012; 2012: 1-16.
50. Leelayuwat N, et al. An alternative exercise and its beneficial effects on glycaemic control and oxidative stress in subjects with type 2 diabetes. *Diabetes Res Clin Pract.* 2008; 82 (2): 5-8.
51. Ullah A, Khan A, Khan I. Diabetes mellitus and oxidative stress - A concise review. *Saudi Pharmaceutical Journal.* 2015: 1-7.
52. Cornell S. Continual evolution of type 2 diabetes: an update on pathophysiology and emerging treatment options. *Ther Clin Risk Manag.* 2015; 11: 621-32.
53. Lemos ET, et al. Regular physical exercise as a strategy to improve antioxidant and anti-Inflammatory status: benefits in type 2 Diabetes Mellitus. *Oxid Med Cell Longev.* 2012; 2012: 1-15.
54. The PRISMA group. Principais itens para relatar Revisões sistemáticas e Meta-análises: A recomendação PRISMA. *Epidemiol. Serv. Saúde.* 2015; 24 (2): 335-342.
55. Shiwa SR, et al. PEDro a base de dados de evidências em fisioterapia. *Rev Fisiot. Mov.* 2011; 24 (3): 523-533.
56. PEDro – Physiotherapy evidence database. *Escala de PEDro – Português (Brasil).* [Online] <http://www.pedro.org.au/portuguese/downloads/pedro-scale/>.
57. Cipolat S, Pereira BB, Ferreira FV. Fisioterapia em Pacientes com Leucemia: Revisão Sistemática. *Revista Brasileira de Cancerologia.* 2011; 57 (2): 229-36.
58. Mitranun W, et al. Continuous vs Interval Training on Glycemic Control and Macro- and Microvascular Reactivity in Type 2 Diabetic Patients. *Scand J Med Sci Sports.* 2014; 24 (2): 69-76.
59. Kurban S, et al. Effect of Chronic Regular Exercise on Serum Ischemia-Modified Albumin Levels and Oxidative Stress in Type 2 Diabetes Mellitus. *Endocrine Research.* 2011; 36 (3): 116-123.

60. Vinetti G, et al. Supervised Exercise Training Reduces Oxidative Stress and Cardiometabolic Risk in Adults with Type 2 Diabetes: A Randomized Controlled Trial. *Scientific Reports*. 2015; 5: 1-7.
61. Oliveira VN, et al. The Effect of Different Training Programs on Antioxidant Status, Oxidative Stress, and Metabolic Control in Type 2 Diabetes. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2012; 37 (2): 334-44.
62. American College of Sports Medicine e American Diabetes Association. Diabetes mellitus e exercício. *Rev Bras Med Esporte*. 2000; 6: 16-22.
63. Monteiro LZ, et al. Redução da pressão arterial, da IMC e da glicose após treinamento aeróbico em idosas com diabete tipo 2. *Arq. Bras. Cardiol.* 2010; 95 (5): 563-570.
64. Goldhaber-Fiebert JD, et al. Randomized Controlled Community-Based Nutrition and Exercise Intervention Improves Glycemia and Cardiovascular Risk Factors in Type 2 Diabetic Patients in Rural Costa Rica. *Diabetes care*. 2003; 26 (1).
65. Nogueira AC. O exercício resistido com peso promove uma maior eficiência na queda da glicemia em pacientes com diabetes quando comparado com exercício aeróbico. *RBPTEX*. 2010; 4 (22): 342-51.
66. Robert-Pires CM, Carvalho RST. Exercício resistido em circuito promove redução aguda da glicemia em diabéticos não-insulino-dependentes. *RBPTEX*. 2012; 6 (34): 336-341.
67. Sousa RAL, Santos NVS, Pardono E. Redução da glicemia através do exercício resistido de alta intensidade em indivíduos com diabetes mellitus tipo 2. *RBPTEX*. 2014; 8 (50): 871-76.
68. Zabaglia R, et al. Efeito dos exercícios resistidos em portadores de diabetes mellitus. *RBPTEX*. 2009; 3 (18): 547-58.
69. Church TS, et al. Effects of aerobic and resistance training on hemoglobin A1c levels in patients with type 2 diabetes: a randomized controlled trial. *JAMA*. 2010; 304 (20): 2253-62.
70. Segerström AB, et al. Impact of exercise intensity and duration on insulin sensitivity in women with T2D. *Eur J Intern Med*. 2010; 21 (5): 404-8.
71. Brun JF, et al. Cost-sparing effect of twice-weekly targeted endurance training in type 2 diabetics: a one-year controlled randomized trial. *Diabetes Metab*. 2008; 34 (3): 258-65.
72. Krousel-Wood MA, et al. Does home-based exercise improve body mass index in patients with type 2 diabetes? Results of a feasibility trial. *Diabetes Res Clin Pract*. 2008; 79 (2): 230-6.
73. Tjonna AE, et al. Aerobic interval training versus continuous moderate exercise as a treatment for the metabolic syndrome. A pilot study. *Circulation*. 2008; 118 (4): 346-354.

74. Sigal RJ, et al. Effects of aerobic training, resistance training, or both on glycemic control in type 2 diabetes: a randomized trial. *Ann Intern Med.* 2007; 147 (6): 357-369.
75. Praet SFE, Van-Loon LJC. Exercise therapy in Type 2 diabetes. *Acta Diabetol.* 2009; 46 (4): 263-278.
76. Villa-Caballero L, et al. Hemodynamic and Oxidative Stress Profile after Exercise in Type 2 Diabetes. *Diabetes Res Clin Pract.* 2007; 75 (3): 285-91.
77. Kostić N, et al. Clinical evaluation of oxidative stress in patients with diabetes mellitus type II – impact of acute exercise. *Vojnosanit Pregl.* 2009; 66 (6): 459–464.
78. Abdollahi M, Ranjbar A, Shadnia S, Nikfar S, Rezaie A. Pesticides and oxidative stress: a review. *Med. Sci. Monit.* 2004; 10.
79. International Diabetes Federation. *Recommendations For Managing Type 2 Diabetes In Primary Care.* [Online] 2017. [www.idf.org/managing-type2-diabetes](http://www.idf.org/managing-type2-diabetes).
80. Sesti G, Antonelli Incalzi R, Bonora E, Consoli A, Giaccari A, Maggi S, Paolisso G, Purrello F, Vendemiale G, Ferrara N. Management of diabetes in older adults. *Nutr Metab Cardiovasc Dis.* Mar 2018; 28 (3): 206-218.
81. Buffa R, Floris GU, Putzu PF, Marini E. Body composition variations in ageing . *Collegium antropologicum.* 2011; 35: 259-65.
82. Kim CH, Kim HK, Kim EH, Bae SJ, Park JY. Association between changes in body composition and risk of developing Type 2 diabetes in Koreans. *Diabet Med.* 2014; 31: 1393-8.
83. Park SW, Goodpaster BH, Strotmeyer ES, et al. Accelerated loss of skeletal muscle strength in older adults with type 2 diabetes: the health, aging, and body composition study. *Diabetes Care.* 2007; 30 (6): 1507-12.
84. Pinto RS, Correa CS, Radaelli R, Cadore EL, Brown LE, Bottaro M. Short-term strength training improves muscle quality and functional capacity of elderly women. *Age (Dordr).* Feb 2014; 36 (1): 365-72.
85. Lee J, Kim D, Kim C. Resistance Training for Glycemic Control, Muscular Strength, and Lean Body Mass in Old Type 2 Diabetic Patients: A Meta-Analysis. *Diabetes Ther.* Jun 2017; 8 (3): 459-473.
86. Cooper CE, Vollaard NB, Choueiri T, Wilson MT. Exercise, free radicals and oxidative stress. *Biochem Soc Trans.* 2002; 30 (2): 280-285.
87. Rydén L, Grant PJ, Anker SD, Berne C, Cosentino F, Danchin N, et al. ESC Guidelines on diabetes, pre-diabetes, and cardiovascular diseases developed in collaboration with the EASD: the Task Force on diabetes, pre-diabetes, and cardiovascular diseases of the European Society of Cardiology (ESC) and developed in collaboration with the European Association for the Study of Diabetes (EASD) . *Eur Heart J.* Oct 2013; 34 (39): 3035-87.

88. Inzucchi SE, Bergenstal RM, Buse JB, Diamant M, Ferrannini E, Nauck M, et al. Management of Hyperglycemia in Type 2 Diabetes: A Patient-Centered Approach. *Diabetes Care*. Jun 2012; 35 (6): 1364-1379.
89. O'Hagan C, De Vito G, Boreham CAG. Exercise Prescription in the Treatment of Type 2 Diabetes Mellitus: Current Practices, Existing Guidelines and Future Directions 2. *Sports Medicine*. 2013; 43(1):39-49.
90. Mitchell WK, Williams J, Atherton P, Larvin M, Lund J, Narici M. Sarcopenia, dynapenia, and the impact of advancing age on human skeletal muscle size and strength; a quantitative review. *Front Physiol*. Jul 2012; 11 (3): 260.
91. Vincent HK, Bourguignon C, Vincent KR. Resistance training lowers exercise-induced oxidative stress and homocysteine levels in overweight and obese older adults. *Obesity*. 2006; 14 (11): 1921-30.
92. Sallam N, Laher I. Exercise Modulates Oxidative Stress and Inflammation in Aging and Cardiovascular Diseases. *Hindawi Publishing Corporation Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. 2016; 2016, Article ID 7239639: 32 pages.
93. Leal Junior EC, Lopes-Martins RA, Baroni BM, et al. Comparison between single-diode low-level laser therapy (LLLT) and LED multidiodo (cluster) therapy (LEDT) applications before high-intensity exercise. *Photomed Laser Surg*. 2009; 27 (4): 617-623.
94. Leal Junior EC, Lopes-Martins RA, Vanin AA, Baroni BM, Grosselli D, De Marchi T, Iversen VV, Bjordal JM. Effect of 830 nm low-level laser therapy in exercise-induced skeletal muscle fatigue in humans. *Lasers Med Sci*. May 2009; 24 (3): 425-31.
95. Antonioli FC, De Marchi T, Tomazoni SS, Vanin AA, Grandinetti VS, Paiva PRV, et al. Phototherapy in skeletal muscle performance and recovery after exercise: effect of combination of super-pulsed laser and light-emitting diodes. *Lasers Med Sci*. Nov 2014; 29 (6): 1967-76.
96. Baroni BM, Rodrigues R, Freire BB, Franke R de A, Geremia JM, Vaz MA. Effect of low-level laser therapy on muscle adaptation to knee extensor eccentric training. *Eur J Appl Physiol*. 2015; 115: 639-647.
97. Ribeiro BG, Alves AN, dos Santos LAD, Cantero TM, Fernandes KPS, Dias DdeS, et al. Red and Infrared Low-Level Laser Therapy Prior to Injury with or without Administration after Injury Modulate Oxidative Stress during the Muscle Repair Process. *PLOS ONE*. April 2016; 11 (4).
98. Hamblin MR. Mechanisms and applications of the anti-inflammatory effects of photobiomodulation. *AIMS Biophys*. 2017; 4 (3): 337-361.
99. Qiao J, et al. Neuropsychological profile in chinese patients with parkinson's disease and normal global cognition according to mini-mental state examination score. *Int J Clin Exp Med*. 2015; 8 (8): 13755-61.
100. David B, Elizabeth MJ, Michael M. . Vital signs: Core metrics for health and health care progress. *Washington, DC: The National Academies Press*. 2015.

101. American College of Sports Medicine, Chodzko-Zajko WJ, Proctor DN, Fiatarone Singh MA, Minson CT, Nigg CR, Salem GJ, Skinner JS. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exer.* 2009; 41 (7): 1510-1530
102. ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories . ATS statement: guidelines for the six minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002; 166 (1): 111-117.
103. Fernandes PM, Pereira NH, Santos ACBdaC, Soares MEdeSM. Teste de Caminhada de Seis Minutos: avaliação da capacidade funcional de indivíduos sedentários. *Rev Bras Cardiol.* 2012; 25 (3): 185-191.
104. Cullen DL, Rodak B. Clinical utility of measures of breathlessness. *Respir Care.* 2002; 47 (9): 986-993.
105. Borg GAV. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc.* 1982; 14 (5): 377-81.
106. Borg GAV. Administração das escalas de Borg. *Escalas de Borg para a dor e o esforço percebido.* São Paulo : Manole, 2000, 7, pp. 49-57.
107. Winterbourn CC. Free-radical production and oxidative reactions of hemoglobin. *Environ Health Perspect.* Dec 1985; 64: 321-30.
108. Brown RK, Kelly FJ. Peroxides and other products. *New York: Oxford University Press Inc.* 1996: 119-31.
109. Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic Biol Med.* May 1999; 26 (9-10): 1231-7.
110. Francisco PMSB, et al. Diabetes auto-referido em idosos: prevalência, fatores associados e práticas de controle . *Cad. Saúde Pública .* 2010; 26 (1): 175-184.
111. Duncan BB, Chor D, Aquino EML, Bensenor IM, Mill JG, Schmidt MI, Lotufo PA, Vigo A, Barreto SM. Doenças Crônicas Não Transmissíveis no Brasil: prioridade para enfrentamento e investigação. *Rev Saúde Pública.* 2012; 46(Supl): 126-34.
112. Malta DC, et al. Prevalência de fatores de risco e proteção de doenças crônicas não transmissíveis em adolescentes: resultados da Pesquisa Nacional de Saúde do Escolar (PeNSE), Brasil, 2009. *Ciência & Saúde Coletiva.* 2010; 15(Supl. 2): 3009-3019.
113. BRASIL. Ministério da Saúde. *Plano de ações estratégicas para o enfrentamento das doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) no Brasil 2011-2022.* 1ª. Brasília-DF : Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Análise de Situação de Saúde, 2011: 160 p.: il. – (Série B. Textos Básicos de Saúde) .
114. Leite LEdeA, Resende TdeL, Nogueira GM, Cruz IBMda, Schneider RH, Gottlieb MGV. Envelhecimento, estresse oxidativo e sarcopenia: uma abordagem sistêmica. *Rev. Bras. Geriatr. Geronto.* 2012; 15 (2): 365-380.

115. Silva AB, Engroff P , Sgnaolin V , Ely LS , Gomes I. Prevalência de diabetes mellitus e adesão medicamentosa em idosos da Estratégia Saúde da Família de Porto Alegre/RS. *8 Cad. Saúde Colet.* 2016; 24 (3): 308-316.
116. de Oliveira JE, Montenegro Junior RM, Vencio S. *Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes 2017-2018.* São Paulo : Editora Clannad, 2017.
117. Miranda EF, de Oliveira LV, Antonioli FC, Vanin AA, de Carvalho Pde T, Leal-Junior EC. Phototherapy with combination of super-pulsed laser and light-emitting diodes is beneficial in improvement of muscular performance (strength and muscular endurance), dyspnea, and fatigue sensation in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Lasers Med Sci.* Jan 2015; 30 (1): 437-43.
118. Paolillo FR, Milan JC, Aniceto IV, Barreto SG, Rebelatto JR, Borghi-Silva A, Parizotto NA, Kurachi C, Bagnato VS. Effects of infrared-LED illumination applied during high-intensity treadmill training in postmenopausal women. *Photomed Laser Surg.* 2011; 29 (9): 639–645.
119. Borsa PA, Larkin KA, True JM. Does Phototherapy Enhance Skeletal Muscle Contractile Function and Postexercise Recovery? A Systematic Review. *Journal of Athletic Training.* Jan/Feb 2013; 48 (1): 57-67.
120. Miranda EF, Tomazoni SS, de Paiva PRV, Pinto HD, Smith D, Santos LA, de Tarso Camillo de Carvalho P, Leal-Junior ECP. When is the best moment to apply photobiomodulation therapy (PBMT) when associated to a treadmill endurance-training program? A randomized, triple-blinded, placebo-controlled clinical trial. *Lasers Med Sci.* 2017 Nov 29.
121. Giacco F, Brownlee M. Oxidative stress and diabetic complications. *Circ Res.* 2010; 107: 1058-70.
122. Evans JL, Goldfine ID, Maddux BA, Grodsky GM. Are oxidative stressactivated signaling pathways mediators of insulin resistance and β-cell dysfunction? *Diabetes* . 2003; 52: 1-8.
123. Urakawa H, Katsuki A, Sumida Y, Gabazza EC, Murashima S, Morioka K, et al. Oxidative stress is associated with adiposity and insulin resistance in men. *J Clin Endocrinol Metab.* 2003; 88 (10): 4673-76.
124. Evans JL, Maddux BA, Goldfine ID. The molecular basis for oxidative stressinduced insulin resistance. *Antioxid Redox Signal.* 2005; 7 (7-8): 1040-1052.
125. Chaturvedi N. The burden of diabetes and its complications: Trends and implications for intervention. *Diabetes Res Clin Pract.* 2007; 76 (3): s3-s12.
126. dos Santos SA, Serra AJ, Stancker TG, Simões MCB, Vieira MAdoS, Leal-Junior EC, Prokic M, Vasconsuelo A, Santos SS, de Carvalho PdeTC. Effects of Photobiomodulation Therapy on Oxidative Stress in Muscle Injury Animal Models: A Systematic Review. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity.* 2017; 2017: 8 pages.
127. Dos Santos SA, Dos Santos Vieira MA, Simões MCB, Serra AJ, Leal-Junior EC, de Carvalho PTC. Photobiomodulation therapy associated with treadmill training in the oxidative stress in a collagen-induced arthritis model. *Lasers Med Sci.* Jul 2017; 32 (5): 1071-1079.

128. 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.* Jan 2012; 27 (1): 231-6.
129. De Marchi T, Schmitt VM, Machado GP, de Sene JS, de Col CD, Tairova O, Salvador M, Leal-Junior EC. Does photobiomodulation therapy is better than cryotherapy in muscle recovery after a high-intensity exercise? A randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial. *Lasers Med Sci.* Feb 2017; 32 (2): 429-437.
130. Enright PL, Sherrill DL. Reference equations for the six-minute walk in healthy adults. *Am J Respir Crit Care Med.* 1998; 158 (5Pt1): 1384-7.
131. Bautmans I, Lambert M, Mets T. The six-minute walk test in community dwelling elderly: influence of health status. *BMC Geriatr.* 2004; 4 (6).

## **APÊNDICE A- TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)**

Código de Identificação: \_\_\_\_\_  
 Endereço: \_\_\_\_\_  
 Telefone para contato: \_\_\_\_\_ Cidade: \_\_\_\_\_ CEP: \_\_\_\_\_  
 E-mail: \_\_\_\_\_

As Informações contidas neste prontuário serão fornecidas por Ediléa Monteiro de Oliveira (aluna de doutorado) e o Prof. Dr. Paulo de Tarso Camillo de Carvalho objetivando firmar acordo escrito mediante o qual, o voluntário da pesquisa autoriza sua participação com pleno conhecimento da natureza dos procedimentos e riscos a que se submeterá, com a capacidade de livre arbítrio e sem qualquer coação.

- 1.Título do trabalho experimental: “Efeitos do laser de baixa potência aplicado ao pré-treinamento resistido em idosas diabéticas do tipo 2.”
- 2.Objetivo: A pesquisa tem como objetivo avaliar sua condição muscular e os exames de sangue relacionados ao açúcar no sangue antes e depois de você realizar os exercícios de fortalecimento muscular que serão antecedidos da aplicação laser (equipamento que lança uma luz vermelha sem calor).
- 3.Justificativa: Confirmado-se o efeito laser realizado imediatamente antes do treinamento resistido em idosas sedentárias diabéticas tipo 2, sua utilização pode vir a ser divulgada no meio clínico, justificando-se a execução deste estudo pela importância da inclusão de uma nova abordagem terapêutica de fácil aplicação e de grande valia não só para os envolvidos diretamente, como também para a comunidade científica que necessita cada vez mais do conhecimento da aplicação do laser em estudos envolvendo seres humanos, a fim de definir parâmetros e potenciais efeitos, relatados muitas vezes apenas em estudos experimentais.
- 4.Procedimentos da fase experimental: No primeiro momento serão realizadas avaliações individuais em ambulatórios, por meio de perguntas pessoais, sobre sua saúde, avaliação de seu corpo com medidas com fita métrica, peso, altura, verificação da sua pressão e dos seus batimentos do coração e coleta de uma gota do sangue do seu dedo pra ver o açúcar no sangue. No segundo momento, de manhã cedo, você irá em jejum ao Posto de Coleta da UEPA para fazer exames de sangue, neste mesmo dia, após refeição e repouso, você irá realizar um teste de caminhar por 6 minutos para verificar qual a distância que você consegue percorrer. No terceiro momento você fará um teste em uma máquina para verificar como está sua condição muscular. Após todas as etapas da avaliação você receberá um envelope lacrado com o número do programa do laser o qual determinará em qual grupo do estudo você participará. Antes de iniciar o treinamento será determinada a carga individual inicial para cada um dos exercícios, respeitando sua condição física e progredindo com a carga progressivamente. O tempo do treinamento total será de 8 semanas, sendo realizado 2 vezes por semana em dias alternados. Ao finalizar esse período todas as etapas de avaliação serão repetidas.
- 5.Riscos e benefícios esperados: Há risco de suas informações pessoais serem perdidas, mas para manter em segredo, sua identificação será escrita em forma de números e somente os pesquisadores poderão usá-las. Pode ser também que você sinta um mal-estar durante a avaliação muscular, para essa situação, inicialmente, você será socorrida pelo pesquisador responsável, caso seja necessário um atendimento mais específico você será encaminhada ao pronto-atendimento mais próximo do local de atendimento. Durante os exercícios resistidos há risco de lesão muscular que será evitado com a adequação da carga para cada voluntária, respeitando suas limitações, além disso a voluntária será orientada e acompanhada pelo pesquisador durante todo o treinamento resistido. Os benefícios para sua saúde será a possível melhora da condição muscular, da sua

capacidade funcional e das condições sanguíneas relacionadas ao açúcar no sangue, que poderão ser importantes na prática de qualquer atividade cotidiana.

6. Retirada do consentimento: Você tem a liberdade de retirar seu consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo, sem nenhum prejuízo.

7. Garantia do sigilo: Os pesquisadores asseguram a privacidade dos voluntários quanto aos dados confidenciais envolvidos na pesquisa.

8. Formas de resarcimento das despesas decorrentes da participação na pesquisa: Você não receberá nenhum pagamento ou recompensa, sendo sua participação voluntária, porém numa situação de ocorrência de danos causados pela pesquisa ao participante, os gastos serão de responsabilidade dos pesquisadores.

9. Local da pesquisa: O projeto será desenvolvido nas dependências do Laboratório de Exercício Resistido e Saúde (LERES) do Campus III da Universidade do Estado do Pará (UEPA), situado na Av. João Paulo II. (Belém-PA)

10. Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) é um colegiado interdisciplinar e independente, que deve existir nas instituições que realizam pesquisas envolvendo seres humanos no Brasil, criado para defender os interesses dos participantes de pesquisas em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento das pesquisas dentro dos padrões éticos (Normas e Diretrizes Regulamentadoras da Pesquisa envolvendo Seres Humanos – Res. CNS nº 466/12). O Comitê de Ética é responsável pela avaliação e acompanhamento dos protocolos de pesquisa no que corresponde aos aspectos éticos.

Endereço do Comitê de Ética da Uninove: Rua. Vergueiro nº 235/249 – 3º subsolo - Liberdade – São Paulo – SP CEP. 01504-001 Fone: 11-3385-9197  
[comitedeetica@uninove.br](mailto:comitedeetica@uninove.br)

11. Informações dos pesquisadores Ediléa Monteiro de Oliveira. E-mail: [edileaoliveira@uepa.br](mailto:edileaoliveira@uepa.br). Contato: (91) 32769366. CREFITO: 19957-F. End: Trav. Perebebuí, 2623. (Pesquisadora responsável). Prof. Dr. Paulo de Tarso Camillo de Carvalho (11) 3385-9059. (Orientador).

12. Eventuais intercorrências que vierem a surgir no decorrer da pesquisa poderão ser discutidas com o pesquisador por meios próprios.

---

Assinatura da pesquisadora responsável

13. Consentimento pós-informação:

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

---

Assinatura da voluntária

Belém, \_\_\_\_\_ de 2016.

## APÊNDICE B - Questionário de triagem

**\*Bom dia. Estou realizando uma triagem inicial para convidá-la a participar de um projeto de pesquisa sobre diabetes. Você pode responder algumas perguntas para sabermos se você pode participar?**

**\*Explicar que se trata de uma pré-seleção, para ver se a voluntária se enquadra na pesquisa, que iremos ligar para marcar a avaliação, exames e testes, para então iniciar os exercícios.**

1-Nome: \_\_\_\_\_

2-Idade: \_\_\_\_\_ Telefones de contato: \_\_\_\_\_

3-Qual o bairro que a senhora mora? \_\_\_\_\_

4-Qual a sua profissão? ( ) Aposentada. ( ) Outra. \_\_\_\_\_

5-A senhora é diabética tipo 2? ( ) Sim ( ) Não ( ) Não sei ( )

6-Há quanto tempo a senhora tem diabetes? \_\_\_\_\_

7-Toma remédio? ( ) Sim ( ) Não. Não. Quais?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Quanto tempo? \_\_\_\_\_

8- Usa insulina? ( ) Sim ( ) Não. Quanto tempo? \_\_\_\_\_

9-Tem laudo médico confirmado para o diagnóstico de DM2? ( ) Não ( ) Sim.

10-Tem pressão alta? ( ) Não ( ) Sim. Toma remédio? ( ) Não ( ) Sim

11-Tem dificuldade para movimentar alguma parte do corpo? ( ) Não ( ) Sim.

12-Precisa de ajuda para andar? (com apoio de uma pessoa ou equipamento como muleta ou bengala) ( ) Não ( ) Sim. Qual? \_\_\_\_\_

13-Caiu e se bateu recentemente? ( ) Não ( ) Sim.

14-Fez alguma cirurgia recentemente? ( ) Não ( ) Sim. Há quanto tempo? ( ) 1-3 meses ( ) 4-6 meses. ( ) há mais de 6 meses. Em qual parte do corpo? \_\_\_\_\_

15-Faz fisioterapia? ( ) Não ( ) Sim. Para quê? \_\_\_\_\_

16-Faz exercício físico? ( ) Não ( ) Sim. Qual? \_\_\_\_\_ Quantas vezes durante a semana? \_\_\_\_\_

17-Tem liberação médica para fazer exercício físico? ( )Não ( )Sim.

18- Tem outros problemas de saúde:

	REUMATISMO	DERRAME	CORAÇÃO	RINS	VISÃO	AUDIÇÃO	PELE	PULMÃO
S								
N								

Especificar: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

19-Caso a senhora se enquadre no critérios da pesquisa, terá disponibilidade segunda e quarta ou terça e quinta, pela manhã, (determinar o período em meses aqui) para avaliações e treinamento? (É importante que a senhora realize todo o treinamento proposto) ( ) Não ( ) Sim.

20-Você tem alguma viagem programada? ( ) Não ( ) Sim. Quando?

\_\_\_\_\_

Grato (a) por responder essa triagem.

\_\_\_\_\_

Avaliador (a)

## APÊNDICE C- Ficha de avaliação do estado geral de saúde

**DATA:** \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

### I. IDENTIFICAÇÃO

Código de Identificação: \_\_\_\_\_

Data de Nascimento: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_ Telefone: \_\_\_\_\_

Idade: \_\_\_\_\_ Naturalidade: \_\_\_\_\_ Religião: \_\_\_\_\_

Endereço: \_\_\_\_\_

Estado Civil: ( ) Casada ( ) Solteira ( ) Viúva ( ) União Estável ( ) Divorciada

Escolaridade: \_\_\_\_\_ Profissão: \_\_\_\_\_

Em caso de emergência avisar a: \_\_\_\_\_, minha/meu \_\_\_\_\_ no telefone \_\_\_\_\_

Acompanhamento médico: ( ) Sim ( ) Não

Qual (is): \_\_\_\_\_ Periodicidade: \_\_\_\_\_

Acompanhamento terapêutico: ( ) Sim ( ) Não

Qual (is): \_\_\_\_\_ Periodicidade: \_\_\_\_\_

Acompanhamento Nutricional: ( ) Sim ( ) Não

Periodicidade: \_\_\_\_\_

Fatores de risco: ( ) HAS ( ) Tabagismo ( ) Sedentarismo ( ) Obesidade ( ) Etilismo

( ) Outros: \_\_\_\_\_

### II. ANAMNESE

Diagnóstico: \_\_\_\_\_ Tempo de diagnóstico: \_\_\_\_\_

Medicações em uso: \_\_\_\_\_

História da doença atual: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

História médica pregressa: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### III. SINAIS VITAIS E DADOS ANTROPOMÉTRICOS

	PA	FC	Peso	IMC	Cintura	Quadril	Relação Cintura/Quadril
PRÉ							
PÓS							

Altura: \_\_\_\_\_

**IV. EXAMES COMPLEMENTARES**

Data do Exame: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Resultados: \_\_\_\_\_

Glicemia Casual Basal Inicial: \_\_\_\_\_ Glicemia Casual Basal Final: \_\_\_\_\_

Hora do Café da Manhã: \_\_\_\_\_ Hora do Café da Manhã: \_\_\_\_\_

**V. EXAME FÍSICO**Condição Neurológica: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_Condição Circulatória: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_Condição Dermatológica: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_Condição Funcional: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_Condição Estrutural: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_Observações: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_Avaliação do Autocuidado: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

---

Assinatura do Avaliador

## **ANEXO A- ACEITE DO CEP/UNINOVE-SP**

### **PARECER CONSUSTANCIADO DO CEP**

#### **DADOS DA EMENDA**

**Título da Pesquisa:** EFEITOS DO LASER DE BAIXA POTÊNCIA APLICADO AO PRÉ-TREINAMENTO RESISTIDO EM IDOSAS DIABÉTICAS DO TIPO 2.

**Pesquisador:** EDILÉA MONTEIRO DE OLIVEIRA **Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 52923716.9.0000.5511

**Instituição Proponente:** ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL NOVE DE JULHO **Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### **DADOS DO**

**PARECER Número**

**do Parecer:** 1.722.104

**Apresentação do**

**Projeto:**

O projeto se relaciona com o tema Diabetes tipo 2 (DM2) que é o tipo mais prevalente da doença e envolve alterações na secreção e ação da insulina que refletem manifestações sobre os vários sistemas corporais, inclusive no sistema muscular e cardiorrespiratório.

**Objetivo da Pesquisa:**

O objetivo deste estudo será avaliar os efeitos do laser de baixa potência (LBP) pré-treinamento resistido em idosas diabéticas do tipo 2.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Os riscos dessa pesquisa incluem o sigilo dos dados coletados que podem ser extraviados; para minimizar tal risco a identificação será codificada, somente os pesquisadores manipularão os dados e só serão usadas para fins científicos. Há risco de tonturas e quedas durante a aplicação dos instrumentos avaliativos, para minimizar essa situação o avaliador prestará o socorro inicial, e caso haja necessidade de um atendimento mais específico será encaminhada ao pronto atendimento mais próximo. Durante os exercícios resistidos há risco de lesão muscular que será evitado com a adequação da carga para cada voluntária, respeitando suas limitações, além disso a voluntária será orientada e acompanhada pelo pesquisador durante todo o treinamento resistido.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

A pesquisa apresenta os procedimentos éticos adequados para realização do estudo conforme este CEP.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Nenhuma

**Recomendações:**

Não há

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Não há.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Para início da coleta dos dados, o pesquisador deverá se apresentar na mesma instância que autorizou a realização do estudo (Coordenadoria, Supervisão, SMS/Gab, etc).

O sujeito de pesquisa (ou seu representante) e o pesquisador responsável deverão rubricar todas as folhas do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE apondo sua assinatura na última página do referido Termo, conforme Carta Circular no 003/2011 da CONEP/CNS.

Salientamos que o pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado. Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Lembramos que esta modificação necessitará de aprovação ética do CEP antes de ser implementada.

Ao pesquisador cabe manter em arquivo, sob sua guarda, por 5 anos, os dados da pesquisa, contendo fichas individuais e todos os demais documentos recomendados pelo CEP (Res. CNS 466/12).

De acordo com a Res. CNS 466, o pesquisador deve apresentar a este CEP/SMS os relatórios semestrais.

O relatório final deverá ser enviado através da Plataforma Brasil, ícone Notificação. Uma cópia digital (CD/DVD) do projeto finalizado deverá ser enviada à instância que autorizou a realização do estudo, via correio ou entregue pessoalmente, logo que o mesmo estiver concluído.

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

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_772291_E1.pdf	30/08/2016 15:48:21		Aceito
Orçamento	ORCAMENTO_TRDM2_DINTER.PDF	30/08/2016 15:20:30	EDILÉA MONTEIRO DE OLIVEIRA	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA_TRDM2_DINTER.PDF	30/08/2016 15:18:33	EDILÉA MONTEIRO DE OLIVEIRA	Aceito
Outros	ACEITE_COORIENTADORA_TRDM2_DINTER.bmp	30/08/2016 15:14:57	EDILÉA MONTEIRO DE OLIVEIRA	Aceito
Outros	ACEITE_ORIENTADOR_TRDM2_DINTER.pdf	30/08/2016 15:11:14	EDILÉA MONTEIRO DE OLIVEIRA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_TRDM2_dinter.pdf	30/08/2016 15:09:23	EDILÉA MONTEIRO DE OLIVEIRA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_TRDM2_dinter.pdf	30/08/2016 15:05:57	EDILÉA MONTEIRO DE OLIVEIRA	Aceito
Folha de Rosto	FR_TRDM2_DINTER.pdf	30/08/2016 02:33:28	EDILÉA MONTEIRO DE OLIVEIRA	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

SAO PAULO, 12 de Setembro de 2016

---

**Assinado por:**  
**Raquel Agnelli Mesquita Ferrari**  
**(Coordenador)**

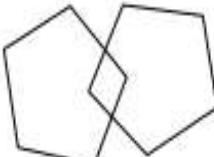
## ANEXO B- MINI EXAME DO ESTADO MENTAL (MEEM)

Nome: \_\_\_\_\_

Data de nascimento/idade: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_

Escolaridade: Analfabeto ( ) 0 à 3 anos ( ) 4 à 8 anos ( ) mais de 8 anos ( )

Avaliação em: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_ Avaliador: \_\_\_\_\_

Pontuações máximas	Pontuações máximas
<b>Orientação Temporal Espacial</b>	<b>Linguagem</b>
1. Qual é o (a) Dia da semana? _____ 1 Dia do mês? _____ 1 Mês? _____ 1 Ano? _____ 1 Hora aproximada? _____ 1	5. Aponte para um lápis e um relógio. Faça o paciente dizer o nome desses objetos conforme você os aponta. _____ 2
2. Onde estamos? Local? _____ 1 Instituição (casa, rua)? _____ 1 Bairro? _____ 1 Cidade? _____ 1 Estado? _____ 1	6. Faça o paciente. Repetir "nem aqui, nem ali, nem lá". _____ 1
	7. Faça o paciente seguir o comando de 3 estágios. "Pegue o papel com a mão direita. Dobre o papel ao meio. Coloque o papel na mesa". _____ 3
<b>Registros</b>	
1. Mencione 3 palavras levando 1 segundo para cada uma. Peça ao paciente para repetir as 3 palavras que você mencionou. Estabeleça um ponto para cada resposta correta. -Vaso, carro, tijolo _____ 3	8. Faça o paciente ler e obedecer ao seguinte: FECHE OS OLHOS. _____ 1
<b>3. Atenção e cálculo</b> Sete seriado (100-7=93-7=86-7=79-7=72-7=65). Estabeleça um ponto para cada resposta correta. Interrompa a cada cinco respostas. Ou soletrar palavra MUNDO de trás para frente. _____ 5	09. Faça o paciente escrever uma frase de sua própria autoria. (A frase deve conter um sujeito e um objeto e fazer sentido). <b>(Ignore erros de ortografia ao marcar o ponto)</b> _____ 1
<b>4. Lembranças (memória de evocação)</b> Pergunte o nome das 3 palavras aprendidos na questão 2. Estabeleça um ponto para cada resposta correta. _____ 3	10. Copie o desenho abaixo. Estabeleça um ponto se todos os lados e ângulos forem preservados e se os lados da interseção formarem um quadrilátero. _____ 1
	

**ANEXO C- Escala 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

**Figura 1 - Escala Modificada de Borg**

## ANEXO D- REGISTRO DO PROSPERO

Aerobic and resistance physical training effects on glycemia and oxidative stress in sedentary people with diabetes mellitus type 2: a systematic review

*Ediléa Oliveira, Dayse Silva, Erica Nunes, Andressa Ribeiro, Gisely Santos, Katia Kietzer, Paulo Carvalho*

### Citation

Ediléa Oliveira, Dayse Silva, Erica Nunes, Andressa Ribeiro, Gisely Santos, Katia Kietzer, Paulo Carvalho. Aerobic and resistance physical training effects on glycemia and oxidative stress in sedentary people with diabetes mellitus type 2: a systematic review. PROSPERO 2017 CRD42017060857 Available from: [http://www.crd.york.ac.uk/PROSPERO/display\\_record.php?ID=CRD42017060857](http://www.crd.york.ac.uk/PROSPERO/display_record.php?ID=CRD42017060857)

### Review question

Does aerobic physical training and resistance training cause a reduction in glycemia and oxidative stress in sedentary individuals with T2DM?

### Searches

The following databases will be searched: LILACS, IBECS, PubMed/MEDLINE, The Cochrane Library, SciELO, ScienceDirect, BIREME and PEDro.

In addition, the articles cited in the reference lists of the selected studies will be searched, and any unavailable articles will be requested directly from the study authors.

The searches will be conducted in the Portuguese, English and Spanish languages.

### Search

strategy

[https://www.crd.york.ac.uk/PROSPEROFILES/60857\\_STRATEGY\\_20171107.pdf](https://www.crd.york.ac.uk/PROSPEROFILES/60857_STRATEGY_20171107.pdf)

### Types of study to be included

Randomized and controlled clinical trials with adult humans assessing the beneficial effects of aerobic physical training or resistance training for the reduction of glycemia and oxidative stress in sedentary individuals with T2DM.

### Condition or domain being studied

Diabetes mellitus, type 2.

### Participants/population

Individuals between 40 to 70 years of age.

Use of oral medication associated, or not, with supplemental insulin.

Oxidative stress, glycated hemoglobin and glycemia as the main biochemical markers.

Aerobic physical training and/or resistance as a form of intervention

No use of exogenous antioxidants

Hypertension and dyslipidemia controlled

Randomized and controlled clinical trials with humans

Scientific articles in English, Portuguese and Spanish.

### Intervention(s), exposure(s)

Resistance training or aerobic training as a form of intervention.

### Comparator(s)/control

The comparison of the intervention will be made between the groups that used aerobic exercise and those who used resistance training and between these and those who did not undergo any exercise.

### Primary outcome(s)

The reduction effects of aerobic physical training and resistance training on the level of oxidative stress and glycemia in individuals with T2DM.

### Secondary outcome(s): None.

### Data extraction (selection and coding)

Two reviewers will extract the data independently, and during the process of selecting articles for inclusion in the review, they will be organized using Mendeley reference management software. The titles and abstracts of the studies identified using the search strategy, and

those from additional sources, will all be screened, and the full texts of any potentially eligible studies will then be retrieved and independently assessed for eligibility. Any disagreements between them over the eligibility of particular studies will be resolved through discussion with a third reviewer.

All selected studies will then be analyzed using the PEDro scale.

Relevant data will then be extracted from the articles designated for inclusion, and prior to the commencement of this process, a consensus meeting will be held among the researchers.

#### **Risk of bias (quality) assessment**

All included studies will be critically assessed for methodological quality using the PEDro scale. Any disagreements between the reviewers regarding the risk of bias for particular studies will be resolved through the achievement of consensus, with the involvement of a third and fourth reviewer, if necessary.

#### **Strategy for data synthesis**

This review will be conducted in accordance with the "Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyzes" protocol (PRISMA, <http://prisma-statement.org>), with reference to the following:

- The number of reports identified in the databases;
- The number of reports identified from other sources;
- The number of reports remaining after the elimination of duplicates;
- The number of reports tracked;
- The number of reports included;
- The number of articles with full texts available evaluated for eligibility;
- The number of articles with full text available excluded with justification;
- The number of articles included in the qualitative synthesis;
- The number of articles include in quantitative synthesis (meta-analysis ).

**Analysis of subgroups or subsets:** None planned.

#### **Contact details for further information**

Ediléa Monteiro de Oliveira

[edileaoliveira@yahoo.com.br](mailto:edileaoliveira@yahoo.com.br)

#### **Organisational affiliation of the review**

Universidade Nove de Julho - UNINOVE

[www.uninove.br](http://www.uninove.br)

#### **Review team members and their organisational affiliations**

Ms Ediléa Oliveira. UNINOVE

Ms Dayse Silva. UNINOVE

Ms Erica Nunes. UNINOVE

Miss Andressa Ribeiro. UEPA

Miss Gisely Santos. UEPA

Professor Katia Kietzer. UEPA

Professor Paulo Carvalho. UNINOVE

#### **Collaborators**

Ms Ediléa Oliveira. Physiotherapist, Postgraduate Student of the Department of Rehabilitation Science,

Universidade Nove de Julho, Brasil

Ms Dayse Silva. Physiotherapist, Postgraduate Student of the Department of Rehabilitation Science,

Universidade Nove de Julho, Brasil

Ms Erica Nunes. Physiotherapist, Postgraduate Student of the Department of Rehabilitation Science,

Universidade Nove de Julho, Brasil

Miss Andressa Ribeiro. Physiotherapist, Universidade do Estado do Pará, Brasil

Miss Gisely Santos. Physiotherapist, Universidade do Estado do Pará, Brasil

Professor Kátia Kietzer. Physiotherapist, Professor and Research Scientist, Universidade do Estado do Pará, Brasil

Professor Paulo Carvalho. Physiotherapist, Professor and Research Scientist, Department of Rehabilitation Science, Universidade Nove de Julho, Brasil

**Anticipated or actual start date:** 01 August 2016

**Anticipated completion date:** 10 November 2017

**Funding sources/sponsors:** Departament of Rehabilitation Science, Universidade Nove de Julho

**Conflicts of interest:** None known

**Language:** English

**Country:** Brazil

**Stage of review:** Review\_Completed\_not\_published

**Subject index terms status:** Subject indexing assigned by CRD

**Subject index terms:** Blood Glucose; Diabetes Mellitus, Type 2; Exercise; Exercise Therapy; Humans; Oxidative Stress; Resistance Training; Risk Factors; Sedentary Lifestyle; Treatment Outcome

**Date of registration in PROSPERO:** 28 June 2017

**Date of publication of this version:** 13 February 2018

**Details of any existing review of the same topic by the same authors**

**Stage of review at time of this submission**

---

**PROSPERO**

This information has been provided by the named contact for this review. CRD has accepted this information in good faith and registered the review in PROSPERO. CRD bears no responsibility or liability for the content of this registration record, any associated files or external websites.

---

**ANEXO E-** Comprovante de Submissão do Estudo 1 na Revista Brasileira de Medicina do Esporte



[CAPA](#)   [SOBRE](#)   [PÁGINA DO USUÁRIO](#)

[Capa > Usuário > Autor > Submissões Ativas](#)

## Submissões Ativas

[ATIVO](#)   [ARQUIVO](#)

ID	MM-DD ENVIADO	SEÇÃO	AUTORES	TÍTULO	SITUAÇÃO
187572	11-24	TF AR	Oliveira, Silva, Nunes, Ribeiro,...	EFEITOS DO TREINAMENTO FÍSICO NA GLICEMIA E ESTRESSE...	<a href="#">EM AVALIAÇÃO</a>

[OPEN JOURNAL SYSTEMS](#)

[Ajuda do sistema](#)

### USUÁRIO

Logado como:  
**edileaoliveira**

- [Meus periódicos](#)
- [Perfil](#)
- [Sair do sistema](#)

### AUTOR

Submissões

- Ativo (1)
- Arquivo (0)
- [Nova submissão](#)

### IDIOMA

Selezione o idioma