

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO  
HUMANO

**EFEITOS DE UM PROGRAMA DE TREINAMENTO DE POTÊNCIA  
MUSCULAR NO EQUILÍBRIO CORPORAL E CAPACIDADE FUNCIONAL DE  
IDOSOS COM DIABETES MELLITUS TIPO 2**

Dissertação de Mestrado

Lucinéia Orsolin Pfeifer

Porto Alegre, agosto de 2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO  
HUMANO

**Lucinéia Orsolin Pfeifer**

**EFEITOS DE UM PROGRAMA DE TREINAMENTO DE POTÊNCIA  
MUSCULAR NO EQUILÍBRIO CORPORAL E CAPACIDADE FUNCIONAL DE  
IDOSOS COM DIABETES MELLITUS TIPO 2**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em  
Ciências do Movimento Humano da Escola de Educação Física da  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para  
obtenção do título de Mestre em Ciências do Movimento Humano.

**Orientador: Prof. Ronei Silveira Pinto**

Porto Alegre, agosto de 2017

**EFEITOS DE UM PROGRAMA DE TREINAMENTO DE POTÊNCIA  
MUSCULAR NO EQUILÍBRIO CORPORAL E CAPACIDADE FUNCIONAL DE  
IDOSOS COM DIABETES MELLITUS TIPO 2**

**Lucinéia Orsolin Pfeifer**

**BANCA EXAMINADORA**

**Eduardo Lusa Cadore**

Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS

**Daniel Umpierre de Moraes**

Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS

**Fernando Diefenthaler**

Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC

Porto Alegre, agosto de 2017

## AGRADECIMENTOS

Inicialmente gostaria de agradecer a oportunidade de estar estudando, lugar onde muitas pessoas não têm a possibilidade de estar. O exemplo de bons professores que passaram pela minha vida, motivando e ensinando como sermos bons profissionais, éticos e humanos, auxiliaram para que eu seguisse esta jornada, inclusive os bons exemplos dentro da minha família. Entre todos os que passaram pela minha vida acadêmica gostaria de agradecer especialmente, a professora e grande amiga, Paula Vidal, que foi mais que uma orientadora em minha iniciação científica, fez com que eu me apaixonasse ainda mais pela nossa profissão.

Ao meu orientador professor Ronei, gostaria de agradecer a oportunidade junto ao grupo GPTF, por auxiliar no meu aprendizado e desenvolvimento durante esses quase três anos em que tivemos contato. És um exemplo como professor e pesquisador. Gostaria de agradecer de coração, à minha colega e amiga Cíntia, que foi minha “coorientadora” durante o desenvolvimento e conclusão desta pesquisa, foi essencial para o meu crescimento ao longo deste tempo. Saibas que és um grande exemplo como pesquisadora. Obrigada pela tua dedicação comigo e com este trabalho!

Quero agradecer imensamente a convivência com meus colegas de laboratório, mais do que colegas, meus grandes amigos. Obrigada Cíntia, Issa, Juliana, Rafa, Carlos, Pedro, Regis, Felipe e Kelly, por estarem diariamente ao meu lado, por todas as trocas de experiência e por todo o aprendizado compartilhado e pelos bons momentos fora do laboratório.

### CIP - Catalogação na Publicação

Orsolin Pfeifer, Lucinéia  
EFEITOS DE UM PROGRAMA DE TREINAMENTO DE POTÊNCIA  
MUSCULAR NO EQUILÍBRIO CORPORAL E CAPACIDADE  
FUNCIONAL DE IDOSOS COM DIABETES MELLITUS TIPO 2 /  
Lucinéia Orsolin Pfeifer. -- 2017.  
97 f.  
Orientador: Ronei Silveira Pinto.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do  
Rio Grande do Sul, Escola de Educação Física, Programa  
de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano,  
Porto Alegre, BR-RS, 2017.

1. Treinamento de Potência Muscular. 2. Diabetes  
Mellitus tipo 2. 3. Idosos. 4. Capacidade Funcional.  
5. Equilíbrio. I. Silveira Pinto, Ronei, orient. II.  
Título.

Agradeço as pessoas que fizeram este projeto acontecer, ele não sairia do papel se eu estivesse sozinha. Kelly, Carlos, Diana, Anderson, Rafa. Aos alunos do Laboratório de Fisiologia, Francesco e Juliano, e ao Professor Marco Vaz, por possibilitar que eu usasse o equipamento em seu laboratório, obrigada à todos pelo tempo dedicado e interesse.

Aos meus colegas de trabalho e, grandes amigos Dani, Raquel e Gustavo, obrigada por todo o apoio, auxílio, amor e carinho que encontro em cada um. Vocês acompanharam esta caminhada do primeiro ao último dia. Aos meus clientes/pacientes, obrigada por todo o apoio e atenção, direta ou indiretamente vocês contribuíram para que eu chegasse até aqui.

Às minhas eternas amigas, Ariane e Jéssica, que mesmo longe, me apoiam e incentivam sempre. Eu amo vocês! Clau, minha família de Porto, obrigada pelo teu apoio incondicional e compreensão, conta comigo sempre!

Por último, agradeço incondicionalmente a minha família, Loreci, Celso, Luciane e minha sobrinha Rafaela (tu me tornaste uma pessoa melhor depois que chegou em nossas vidas). É possível que eu não faça ideia do que vocês já abriram mão para que hoje eu estivesse aqui. Obrigada pelo apoio em cada decisão que tomei, e além disso, por me deixarem livre para tomá-las, muitas vezes nem entendendo o quanto aquilo significava para mim. Por cada palavra de incentivo e de “vai dar tudo certo”. Eu amo muito vocês, obrigada por serem minha família! Um agradecimento especial à minha Tia “Nene”, que sempre foi um lindo exemplo, como pessoa e profissional, e uma das minhas maiores incentivadoras.

## RESUMO

### EFEITOS DE UM PROGRAMA DE TREINAMENTO DE POTÊNCIA MUSCULAR NO EQUILÍBRIO CORPORAL E CAPACIDADE FUNCIONAL DE IDOSOS COM DIABETES MELLITUS TIPO 2

Autora: Lucinéia Orsolin Pfeifer

Orientador: Prof. Dr. Ronei Silveira Pinto

O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito de um programa de treinamento de potência muscular na capacidade funcional e equilíbrio, na função neuromuscular, no perfil lipídico, controle glicêmico e no nível de qualidade de vida de idosos com diabetes mellitus tipo 2 (DM2). Para tanto, foram avaliados 21 sujeitos ( $68,2 \pm 3,1$  anos), divididos em dois grupos: grupo intervenção (GI) (n=11) e grupo controle (GC) (n=10). Os sujeitos do GI realizaram treinamento de potência muscular, com sessões bissemanais, o GC realizou alongamento muscular, uma vez na semana, ambos por um período de 12 semanas. O treino de potência muscular foi realizado para os principais grupos musculares, sendo os exercícios executados da maneira mais rápida possível durante a fase concêntrica. O grupo muscular alvo foi o quadríceps. As variáveis dependentes foram avaliadas antes (momento 1), 8 semanas (momento 2 - equilíbrio dinâmico e estático) e após (momento 3) o período de intervenção. O GC realizou alongamento muscular de membros superiores, tronco e membros inferiores. Para a análise dos dados foi utilizado um teste *t de Student* para comparação dos grupos no momento pré treinamento, para amostras independentes. A comparação de médias foi realizada com ANOVA de duas vias para medidas repetidas, utilizando um *post hoc* de Bonferroni para as variáveis que foram realizadas em três momentos. Os efeitos avaliados foram os fatores tempo e grupo, bem como a interação desses fatores. Para as variáveis colesterol LDL e potência de pico (calculada por fórmula), como houve diferença entre os grupos pré-treinamento, foi realizada uma ANCOVA. Um nível de significância de  $\alpha \leq 0,05$  foi adotado para as análises. Os

resultados demonstraram que houve uma melhora significativa ( $p \leq 0,05$ ) para o GI na variável de equilíbrio dinâmico, avaliada pelo teste de alcance funcional, do momento 2 para o momento 3, após as 12 semanas de treinamento, o GC não apresentou modificações ( $p > 0,05$ ) em nenhum dos três momentos. As variáveis de equilíbrio estático não apresentaram efeitos significativos ( $p > 0,05$ ). Na bateria de testes *Short Physical Performance Battery (SPPB)*, o GI apresentou uma diminuição no tempo para a realização do teste de velocidade da marcha ( $p < 0,05$ ) após as 12 semanas de intervenção. No teste de levantar-se da cadeira, houve um efeito significativo do tempo ( $p < 0,05$ ), bem como, no score total da bateria de testes *SPPB* ( $p = 0,001$ ), em que os dois grupos demonstraram melhoras pós-treinamento. A espessura muscular e qualidade muscular apresentaram um efeito do tempo ( $p < 0,05$ ), demonstrando que ambos os grupos apresentaram melhoras. A variável neuromuscular de eco intensidade não apresentou efeito significativo ( $p > 0,05$ ), bem como a variável de composição corporal, gordura visceral. Para o teste de força dinâmica, realizado através do teste de 1 repetição máxima (1-RM) houve um incremento significativo, após 12 semanas de treinamento para o GI ( $p < 0,05$ ). O pico de torque apresentou efeito do tempo significativo ( $p < 0,05$ ) em ambos os grupos. Quanto à taxa de produção de torque não foram identificados efeitos significativos ( $p > 0,05$ ). No salto com contra movimento (CMJ) ocorreu um ganho significativo ( $p < 0,05$ ), em que o GI apresentou incrementos pós 12 semanas de treinamento, as outras variáveis do salto (potência média e potência de pico) apresentaram efeitos significativos ( $p < 0,05$ ), quando calculadas por fórmula. A hemoglobina glicada e o LDL melhoraram significativamente ( $p < 0,05$ ) para os dois grupos, após o treinamento. Para as demais variáveis sanguíneas não foi encontrado valores significativos. A qualidade de vida, avaliada pelo questionário de avaliação da qualidade de vida no diabetes (DQOL) demonstrou melhora significativa ( $p < 0,05$ ) para o GC após intervenção, não ocorrendo o mesmo com o GI. Por fim, o treinamento de potência muscular foi eficaz para demonstrar ganhos significativos nos testes de equilíbrio dinâmico, na bateria de testes funcionais e no CMJ.

**Palavras-chave:** treinamento de potência muscular, diabetes mellitus tipo 2, idosos, capacidade funcional, equilíbrio.



## ABSTRACT

### EFFECTS OF A POWER TRAINING PROGRAM ON BODY BALANCE AND FUNCTIONAL FITNESS OF ELDERLY INDIVIDUALS WITH TYPE 2 DIABETES MELLITUS

Author: Lucinéia Orsolin Pfeifer

Advisor: Dr. Ronei Silveira Pinto

The aim of the present study was to evaluate the effect of a power training program on functional fitness and balance, neuromuscular function, lipid profile, glycaemic control and quality of life level of elderly people with type 2 diabetes mellitus (T2DM). For that, 21 subjects were evaluated ( $68.2 \pm 3.1$  years), who were allocated into two groups: intervention group (IG,  $n=11$ ) and control group (CG,  $n=10$ ). IG subjects performed power training sessions two times per week whereas CG performed muscle stretching sessions once a week, both for a period of 12 weeks. Power training program was performed for the main muscle groups, in which the exercises were executed as fast as possible during the concentric phase. Quadriceps was the target muscle group. Dependent variables were assessed before (moment 1), at the 8th week (moment 2 – dynamic and static balance) and after (moment 3) intervention period. CG performed muscle stretching for upper limbs, trunk and lower limbs. For data analysis, a Student t test was used for comparison of the groups in the pre-training moment, for independent samples. The comparison of the means was performed with two-way ANOVA for repeated measures, with post hoc of Bonferroni for the variables that were performed in three moments. The effects evaluated were time and group factors, as well as the interaction between these factors. As there was difference between groups in the pre-training, for LDL cholesterol and peak power (calculated by formula) variables an ANCOVA was performed. An  $\alpha \leq 0.05$  was adopted for analyses. The results demonstrated that there was a significant improvement ( $p \leq 0.05$ ) for IG in the dynamic balance variable, evaluated through functional reach test, from moment 2 to moment 3, after the 12 weeks of training, whereas CG did not show modifications ( $p > 0.05$ ).

in none of the moments. Static balance variables did not show significant effects ( $p>0.05$ ). In *Short Physical Performance Battery (SPPB)* tests, IG showed a decrease in the time factor for the performance of the gait speed test ( $p<0.05$ ) after the 12 weeks of intervention. In the sit-up test, there was a significant effect of time ( $p<0.05$ ), as well as in the total score of the SPPB tests battery ( $p=0.001$ ), in which both groups demonstrated improvements after training. Muscle thickness and muscle quality showed an effect of time ( $p<0.05$ ), demonstrating that both groups presented improvements. Neuromuscular variable of echo intensity did not show significant improvements ( $p>0.05$ ), as well as the body composition variable, visceral fat. For dynamic strength test, performed through 1 repetition maximum (1-RM) test, there was a significant increment after the 12 weeks of training for IG ( $p<0.05$ ). Peak torque showed a significant effect of time ( $p<0.05$ ) in both groups. Regarding rate of torque production, no significant effects were identified ( $p>0.05$ ). In the countermovement jump (CMJ) test, there was a significant gain ( $p<0.05$ ), in which IG showed increments after the 12 weeks of intervention, and the other jump variables (mean power and peak power) showed significant effects ( $p<0.05$ ), when calculated by formula. Glycated hemoglobin and LDL significantly improved ( $p<0.05$ ) for both groups after training. For the remaining blood variables, significant values were not found. Quality of life, assessed through *Diabetes Quality of Life Measure* questionnaire (DQOL), demonstrated significant improvement ( $p<0.05$ ) for CG after the intervention, which did not occur for IG. Lastly, power training program was efficient in demonstrating significant gains in dynamic balance tests, in functional tests battery and in CMJ.

**Key words:** power training, type 2 diabetes mellitus, elderly, functional fitness, balance.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Periodização do TREINAMENTO DE POTÊNCIA MUSCULAR. ...	44
Tabela 2 - Caracterização da amostra, em que as variáveis estão descritas em média e desvio padrão. ....	46
Tabela 3– Variáveis da Bateria SPPB descritas em média e desvio padrão. ..	47
Tabela 4 – Variáveis de equilíbrio descritas em média e desvio padrão. ....	48
Tabela 5 – Variáveis neuromusculares e de composição corporal descritas em média e desvio padrão. ....	50
Tabela 6 – Variáveis sanguíneas descritas em média e desvio padrão. ....	52
Tabela 7 – Variável de Qualidade de vida – DQOL descritas em média e desvio padrão. ....	53

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	11
1.1 OBJETIVO GERAL .....	15
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	15
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	16
2.1 Diabetes Mellitus (DM) e Envelhecimento .....	16
2.2 Treinamento de Potência Muscular.....	23
<b>3 MÉTODOS</b> .....	27
<b>4 RESULTADOS</b> .....	27
4.1 Artigo: Efeitos de um programa de treinamento de potência muscular em idosos com diabetes mellitus tipo 2.....	27
4.1.1 INTRODUÇÃO.....	29
4.1.2 MATERIAIS E MÉTODOS .....	33
4.1.3 RESULTADOS.....	45
4.1.4 DISCUSSÃO.....	53
4.1.5 CONCLUSÃO .....	64
4.1.6 REFERÊNCIAS .....	64
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	70
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	72
<b>7 ANEXOS</b> .....	79
7.1 ANEXO I .....	79
7.2 ANEXO II .....	85
7.3 ANEXO III .....	92
7.4 ANEXO IV .....	95

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

Sabe-se que ocorrem mudanças na função neuromuscular relacionadas à idade, como reduções significativas na massa muscular, força e alterações na composição corporal (FRONTERA et al., 2000). No entanto, a perda de força ao longo do tempo é mais expressiva, sendo que essa perda progressiva de força muscular observada com o aumento da idade, denominada *disapenia*, predispõe idosos a um risco aumentado de limitações funcionais e mortalidade (CLARK e MANINI, 2012). Do mesmo modo, também ocorre uma dissociação da diminuição da força e da potência muscular, sendo que esta última diminui em uma taxa mais acelerada comparada com a força (IZQUIERDO et al., 1999). Como principais consequências da redução da força e da potência muscular dos membros inferiores, assim como da velocidade da contração muscular e dos movimentos (REID et al., 2012), ocorre um quadro de fraqueza e diminuição da funcionalidade (REID et al., 2012; DESCHENES, 2004). Apesar de todas as alterações negativas associadas ao processo de envelhecimento, o organismo ainda é capaz de se adaptar à prática do exercício físico, em especial ao treinamento de força, quando adequadamente prescrito.

Segundo Kalyani, Corriere e Ferrucci (2010) 70% dos idosos com diabetes têm dificuldades em realizar atividades de vida diária, apresentando limitações de mobilidade, principalmente, nos membros inferiores. Em comparação a idosos saudáveis, aqueles que possuem diabetes mellitus tipo 2 (DM2) têm maior redução da função neuromuscular, bem como pior desempenho em testes funcionais (PARK et al., 2009; VOLPATO et al., 2012). Mesmo que ainda não esteja completamente entendido como o DM2 gera uma maior perda de capacidade funcional, diferentes comorbidades

associadas à doença, como doenças cardiovasculares, obesidade e neuropatias, contribuem para a incapacidade física no diabetes. Algumas evidências sugerem que parte do processo de diminuição da mobilidade em idosos com diabetes é mediado por um efeito direto da doença no músculo esquelético. A racionalidade desta observação está associada ao fato de que idosos que apresentam maior duração da doença ou níveis mais elevados de HbA1c apresentam perda acelerada de massa muscular e força. O tamanho da miofibrila no músculo esquelético também é reduzido em pessoas com DM2, e a função mitocondrial também parece ser prejudicada (KALYANI, CORRIERE E FERRUCCI, 2014). O conjunto destes fatores poderia justificar essa maior propensão às incapacidades motoras e funcionais. Contudo, essas complicações explicam apenas parte da relação entre DM2 e capacidade funcional diminuída.

O envelhecimento também pode levar à diminuição do equilíbrio com uma redução na detecção de eventos inesperados e velocidade do ajuste postural. A diminuição da capacidade de desenvolver força de forma rápida em pessoas idosas parece estar associado com uma capacidade inferior de resposta neuromuscular e em controlar o balanço postural (IZQUIERDO et al., 1999). Entre algumas das complicações associadas com o diabetes mellitus (DM) está a dificuldade em manter o controle postural (ORR et al., 2006) , especialmente na presença da neuropatia periférica (CENTOMO et al., 2007; BONNET et al., 2009; ALLET et al., 2009).

O treino de potência parece ser uma interessante estratégia de intervenção para indivíduos idosos, pois quando comparada à força muscular, a potência mostra correlação mais forte com o desempenho em atividades funcionais (FOLDVARI et al., 2000). Desta forma, o treino de potência tem sido estudado como uma alternativa para melhorar a capacidade de realizar as atividades de vida diárias em idosos

(TIGGERMANN et al., 2016; BOTTARO et al., 2006; KAWAMORI e HAFF, 2004) e também parece ter maior relação com a funcionalidade, como referido anteriormente. O treinamento de potência já foi mostrado ser eficiente em promover hipertrofia muscular, incrementar a força muscular, potência muscular, qualidade muscular e melhorar o desempenho em atividades da vida diária em indivíduos idosos saudáveis (VANDERVOORT, 2002; VERDIJK et al., 2014). Os benefícios do treinamento de potência sobre a capacidade de restabelecer o equilíbrio não estão bem esclarecidos, mas alguns estudos vêm demonstrando uma melhora no equilíbrio após um período de treinamento de potência muscular (LOPES et al., 2016; ORR et al., 2006). Desta maneira, o treinamento de potência pode ser de grande importância quando direcionado a idosos com funções comprometidas, pois pode gerar importantes ganhos funcionais, que parecem ser mais específicos do que aqueles produzidos pelo treino de força tradicional (MARSH et al., 2009).

Uma vez que em idosos diabéticos a função neuromuscular é comprometida não só pela idade, mas pela doença, essa população pode se valer do treino de potência como benefício para minimizar ou mesmo prevenir efeitos deletérios na funcionalidade, e sugestivamente no equilíbrio. No entanto, somente dois estudos do nosso conhecimento investigaram os efeitos desse método de treino nesta população. Ibañez et al. (2005) avaliaram a gordura abdominal e visceral e a sensibilidade à insulina. Porém, neste estudo o treinamento de potência foi antecedido pelo de força tradicional, não sendo exclusivamente realizado o treinamento de potência durante todo o período de intervenção. Mavros et al. (2013) avaliaram a força máxima dinâmica, composição corporal e resistência à insulina após um programa de treinamento de potência muscular. Entretanto, nenhum dos estudos referidos acima avaliaram a capacidade funcional e equilíbrio nesta população, a intenção do presente estudo foi avaliar o efeito

deste método de treinamento, justamente, em alguns dos efeitos deletérios que o envelhecimento ocasiona e que são agravados pela doença, que ainda não foram bem esclarecidos na literatura, principalmente em relação à função neuromuscular, a diminuição da força e potência muscular, ao equilíbrio e funcionalidade.

Está demonstrado que existe um efeito prejudicial do diabetes mellitus sobre a relação entre a produção de força muscular e velocidades angulares elevadas, demonstrando, portanto, um comprometimento maior de idosos com DM em produzir força rapidamente (SACHETTI et al., 2013), o que parece ressaltar a importância do treino da potência muscular nesta população. Considerando que o treino de força tradicional tem demonstrado benefícios para a população idosa com DM2 (CASTANEDA et al., 2002; BROOKS et al., 2007; GEIRSDOTTIR et al., 2012) e ainda que o treino de potência pode ter maior implicação na funcionalidade de idosos (FOLDVARI et al., 2000; VANDERVOORT, 2002; KAWAMORI e HAFF, 2004; BOTTARO et al., 2006; LOPES et al., 2016), parece ser interessante e adequado a utilização desse tipo de intervenção para maior esclarecimento do efeito desse método de treino na população idosa com DM2.

Portanto, o que ainda não se sabe na população com DM2 é a relação da potência muscular com o equilíbrio e com os testes funcionais. A principal justificativa deste estudo é testar um método de treino de força que visa a melhora da potência muscular, uma variável que tem alta relação com a funcionalidade, em uma população que pode ter uma perda mais acentuada de função. Sendo assim, o objetivo principal deste estudo foi avaliar os efeitos de um programa de treinamento de potência muscular na capacidade funcional e equilíbrio de idosos com DM2. Adicionalmente, foi avaliado o efeito deste tipo de treino (treinamento de potência) em parâmetros da função



neuromuscular, na composição corporal, no perfil lipídico, controle glicêmico e no nível de qualidade de vida desta população. A hipótese que orientou esta pesquisa é que o treinamento de potência proporcionaria melhorias nos parâmetros neuromusculares, os quais induziriam benefícios no equilíbrio e na funcionalidade, além da expectativa de incrementos paralelos em parâmetros sanguíneos e qualidade de vida destes idosos.

### **1.1 OBJETIVO GERAL**

Avaliar o efeito de um programa de treinamento de potência muscular na capacidade funcional e equilíbrio de idosos com DM2.

### **1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Avaliar os efeitos de um programa de treinamento de potência em idosos com DM2:

- Nos parâmetros neuromusculares (qualidade e espessura muscular, força máxima e potência máxima.);
- No equilíbrio, de forma estática e dinâmica;
- Em parâmetros funcionais;
- Nas medidas de composição corporal (gordura visceral);
- Nos níveis plasmáticos de hemoglobina glicada (HbA1c), glicemia em jejum, colesterol total, lipoproteínas de alta densidade (HDL), lipoproteínas de baixa densidade (LDL), triglicerídeos;
- Na qualidade de vida.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Diabetes Mellitus (DM) e Envelhecimento

Diabetes mellitus (DM) é um grupo heterogêneo de distúrbios metabólicos que apresenta em comum a hiperglicemia, resultante de defeitos na ação da insulina, na secreção de insulina ou em ambas, caracterizando um aumento nos níveis de glicose sanguínea (Sociedade Brasileira de Diabetes – SBD, 2015-2016). Considerada uma doença crônico-degenerativa, vem tomando proporções cada vez maiores na população mundial. O envelhecimento da população, o aumento da expectativa de vida, os maus hábitos alimentares e uma vida sedentária, faz com que os números da doença cresçam cada vez mais, tendo atingido em 2015 aproximadamente 415 milhões de pessoas em todo o mundo, com projeção para que no ano de 2040 alcance 642 milhões. Em 2015, no Brasil este número era de 14,3 milhões em indivíduos com idade entre 20 e 79 anos, com projeção para o ano de 2040, atingir 23,3 milhões de pessoas (*Internacional Diabetes Federation – IDF, 2015*). O diabetes mellitus tipo 2 (DM2) é causada por uma interação de fatores genéticos e ambientais; entre os fatores ambientais associados estão o sedentarismo, dietas ricas em gorduras e o envelhecimento, sendo que a maioria dos pacientes com DM2 apresenta sobrepeso ou obesidade. Pode ocorrer em qualquer idade, mas é geralmente diagnosticada após os 40 anos, sendo a forma mais comum da doença, presente em 90%-95% dos casos (*Diretrizes SBD, 2015-2016*).

Na população mundial, tem-se uma estimativa de que 94,2 milhões de pessoas com idade entre 65-79 anos tenha DM2, uma estimativa mais conservadora mostra que 75% das despesas globais em saúde com a doença no ano de 2015, foram com pessoas de 50 a 79 anos, indicando uma maior prevalência da doença e complicações

em pessoas idosas (*Internacional Diabetes Federation – IDF, 2015*). Resultados do *Diabetes Prevention Program Research Group (DPP)* demonstraram redução de 58% na incidência de casos de DM2 apenas com a prática de atividades físicas e alimentação saudável, sendo sua utilização mais efetiva do que o uso de metformina. Os programas de prevenção primária do DM2 são basicamente baseados em intervenções na dieta e na prática da atividade física e, se necessário, tratamento medicamentoso (DPP, 2002).

O envelhecimento é um processo multifatorial, de modo que vários aspectos podem interagir simultaneamente, decorrendo em alterações no sistema neuromuscular, composição corporal e metabolismo (FRANCESCHI et al., 2000). Mudanças na função neuromuscular relacionadas à idade, como reduções significativas na massa muscular e força também são observadas (FRONTERA et al., 2000). O envelhecimento está associado a um declínio progressivo na massa muscular, conhecido como sarcopenia (BAPTISTA e VAZ, 2009); no entanto, a perda de força ao longo do tempo é maior, e essa perda de força muscular associada à idade é conhecida como dinapenia e predispõe idosos a um risco aumentado de limitações funcionais e mortalidade (CLARK e MANINI, 2012). Este processo causa várias alterações, entre outras, da função muscular, como uma diminuição de potência, força máxima, tempo de reação muscular, principalmente de membros inferiores (FRONTERA et al., 2000; HUGHES et al., 2002) e declínio da qualidade muscular dos membros inferiores (ABELLAN, 2009).

Os principais fatores neurais que atingem a musculatura no processo biológico de envelhecimento incluem: perda de motoneurônios espinais devido à apoptose, alterações no recrutamento, na taxa de disparo e sincronização das unidades motoras,

sendo que as alterações na função neural podem ser identificadas tanto no nível periférico, como, nos níveis supra espinais (AAGAARD et al., 2010). Um fato importante nas alterações neurais é que ocorre a morte de motoneurônios durante o processo de envelhecimento e várias fibras musculares são desnervadas. Porém, parece haver uma reinervação feita pelos motoneurônios restantes, que na grande maioria das vezes são de característica de transmissão lenta, ocasionando a predominância no número de fibras musculares tipo I (lentas) e consequente diminuição na taxa de desenvolvimento de força (ROOS et al., 1997). Em nível morfológico, há redução na área de secção transversa e espessura muscular, e diminuição do número de fibras musculares, principalmente nas fibras responsáveis pela produção de força rápida do músculo (GRANACHER et al., 2008).

Como reportado anteriormente, ocorre uma dissociação entre a diminuição da força (dinapenia) e da massa muscular com o envelhecimento. Do mesmo modo, também ocorre uma dissociação da diminuição da força e da potência muscular, sendo que a potência muscular diminui em uma taxa mais acelerada que a força máxima (IZQUIERDO et al., 1999). Skelton et al., (1994) avaliaram a força máxima e a potência máxima dos extensores de joelho de homens e mulheres idosas com idades entre 65-89 anos. Os resultados mostraram que, enquanto a força máxima diminuiu em torno de 1-2% por ano, a potência máxima diminuiu aproximadamente 3,5% ao ano. Em outro estudo, Izquierdo et al. (1999) observaram que, quando comparado a mulheres de meia idade, mulheres idosas apresentaram uma redução significativa na força máxima de extensores de joelho de 14%. Já com relação à potência máxima desse mesmo grupo muscular, as mulheres idosas apresentaram uma redução de aproximadamente 20%. Em um estudo recente, Reid et al., (2014) avaliaram a potência muscular dos extensores de joelho de homens e mulheres idosos durante um período de 3 anos, e os

resultados mostraram uma diminuição da potência muscular de aproximadamente 2,9% por ano em ambos os sexos. Em outro estudo, Trappe et al., (2003) avaliaram homens e mulheres de diferentes faixas etárias, e observaram um declínio na potência de extensão de joelho de aproximadamente 9,0% por década.

Os mecanismos associados com a perda de potência parecem ser a seletiva atrofia e perda de fibras musculares do tipo II, as quais podem gerar de 4 a 6 vezes mais potência do que as fibras musculares do tipo I (TRAPPE et al., 2003), assim como alterações na função neural, tal como perda de motoneurônios, decréscimo na taxa máxima de disparos das UM e decréscimo na velocidade de condução de potenciais de ação (AAGAARD et al., 2010).

A diminuição da potência muscular no indivíduo idoso promove prejuízos na realização de atividades da vida diária, pois a capacidade de gerar potência muscular é determinante em atividades como andar, subir escadas e levantar de uma cadeira (AAGAARD et al., 2010). Essas alterações provocadas pelo envelhecimento podem repercutir de maneira negativa na qualidade de vida e independência dos indivíduos idosos. Diminuição da massa muscular, força, potência, e qualidade muscular prejudica a mobilidade, independência e aumenta os riscos de queda (LAURETANI et al., 2003), e estas alterações parecem estar ligadas com alta taxa de hospitalização e serem independentemente associadas com risco de morte em idosos (RUIZ et al., 2008). Clark et al., (2011) demonstraram que o retardo da taxa de ativação neuromuscular tem associação com comprometimento do desempenho muscular dinâmico, podendo contribuir para limitações na mobilidade em indivíduos idosos.

Basey et al., (1992) avaliaram a potência dos extensores de joelho e o desempenho em testes funcionais (sentar e levantar de uma cadeira, subir escadas e

caminhada). Os autores reportaram que a potência se correlacionou significativamente com o desempenho em todos os testes, sugerindo que o incremento da potência nos extensores de joelho é fundamental para idosos. Outros estudos também demonstraram que a potência muscular dos membros inferiores é uma valência extremamente importante para a funcionalidade de indivíduos idosos (FOLDVARI et al., 2000; SUZUKI et al., 2001). Deste modo, intervenções para aumentar os níveis de potência muscular de membros inferiores em pessoas idosas podem ser benéficas para ajudar a manter o nível de independência funcional.

O DM2 causa perda de capacidade funcional, piorando o desempenho de idosos diabéticos nas suas atividades diárias (VOLPATO et al., 2012; LEENDERS et al., 2013), diminuindo seu nível de atividade física e, conseqüentemente, reduzindo a qualidade de vida (ECKERT et al., 2012). Segundo Kalyani, Corriere e Ferrucci (2010) 70% dos idosos com diabetes têm dificuldades em realizar atividades de vida diária, apresentando limitações de mobilidade, principalmente, nos membros inferiores. Em comparação a idosos saudáveis, aqueles que possuem DM2 têm maior redução da função neuromuscular, bem como pior desempenho em testes funcionais (PARK et al., 2009; VOLPATO et al., 2012). Mesmo que ainda não esteja completamente entendido como o DM2 gera uma maior perda de capacidade funcional, diferentes comorbidades associadas à doença, como doenças cardiovasculares, obesidade e neuropatias, contribuem para a incapacidade física no diabetes. Algumas evidências sugerem que parte do processo de diminuição da mobilidade em idosos com diabetes são mediados por um efeito direto da doença no músculo esquelético. Isso parece evidente pelo fato de que idosos que apresentam maior duração da doença ou níveis mais elevados de HbA1c apresentam perda acelerada de massa muscular e força. O tamanho da miofibrila no músculo esquelético também é reduzido em pessoas com DM2, e a

função mitocondrial também pode ser prejudicada (KALYANI, CORRIERE E FERRUCCI, 2014). Estudos com roedores diabéticos demonstraram uma perda de força mais acentuada em músculos de contração rápida que em músculos de contração lenta. Além disso, um prolongamento da resposta de contração em músculos e fibras lentas foi relatado em animais diabético (COTTER et al., 1989; PAULUS et al., 1983). Sachetti et al., (2013) relatam que o efeito prejudicial do diabetes na força muscular de extensores de joelho está presente para diversas velocidades de contração, porém a perda é mais pronunciada em condições dinâmicas do que estáticas.

Os fatos acima referidos podem, isoladamente ou em conjunto, explicar a maior propensão a incapacidades motoras e funcionais de idosos com DM2. Contudo, essas complicações explicam apenas parte da relação entre DM2 e capacidade funcional diminuída. Apesar de todas as alterações negativas que o processo de envelhecimento promove, o organismo ainda é capaz de se adaptar à realização de um programa estruturado de treino de força.

O envelhecimento também pode levar à diminuição do equilíbrio, com uma diminuição na percepção de eventos inesperados, sobretudo ocorridos em maior velocidade, com interferência no ajuste postural. A diminuição da capacidade de desenvolver força de forma rápida em pessoas idosas parece estar associado com uma capacidade inferior de resposta neuromuscular e em controlar o balanço postural (IZQUIERDO et al., 1999). O equilíbrio depende de um processo integrado entre visão, sensação vestibular e periférica, comandos centrais e respostas neuromusculares e, acima de tudo, da força e do tempo de reação muscular. O declínio das funções relacionado à idade pode ser observado em todas as partes desses sistemas, tendo

como implicação direta o fato de um terço da população acima de 65 anos sofrer risco aumentado de quedas (MEIRELES et al., 2010; SILVA, et al., 2008). É conhecido que, com o avançar da idade, ocorre uma diminuição na quantidade e qualidade das informações enviadas do sistema nervoso central, devido ao processo degenerativo do envelhecimento. A falta de um controle postural eficiente reduz o equilíbrio do idoso, deixando-o mais suscetível a quedas, mesmo em situações mínimas de desestabilização (GAZZOLA et al., 2006; ALLAN et al., 2009).

Entre algumas das complicações associadas ao DM2 está a dificuldade em manter o controle postural (ORR et al., 2006), quando comparado a sujeitos saudáveis, especialmente se estiver associada a neuropatia periférica (CENTOMO et al., 2007; BONNET et al., 2009; ALLET et al., 2009). Alvarenga et al. (2010) demonstraram a relação entre a presença da doença DM2 e a ocorrência de reduções significativas na eficiência psicomotora, diminuição do equilíbrio postural, ocasionando uma marcha mais instável e lenta. No entanto, observa-se que no geral a oscilação postural é maior para as pessoas que apresentam neuropatia periférica (CENTOMO et al., 2007; BONNET et al., 2009; ALLET et al., 2009; SALSABILI et al., 2011) ou retinopatia, sendo mais pronunciada em indivíduos que desenvolveram há mais tempo a doença (KUKIDOME et al., 2017).

Além das modificações neurais e morfológicas, ocorrem mudanças na composição corporal, como aumento da quantidade de gordura total, bem como acúmulo de gordura abdominal, tecido adiposo visceral e inter e intramuscular. Ressalte-se que o aumento do tecido adiposo abdominal tem sido associado a diferentes prejuízos metabólicos, especialmente resistência à insulina (IBAÑEZ et al., 2005). A gordura visceral também está associada com prejuízos metabólicos, e é mais perigosa do que a



gordura intramuscular, pois o acúmulo de gordura visceral está relacionado ao desenvolvimento da diabetes tipo II, doenças cardíacas e mortalidade em indivíduos de diferentes faixas etárias (HUNTER et al., 1997). Já o aumento na quantidade de gordura intramuscular está relacionado a prejuízos na mobilidade, na capacidade de produção de força e na qualidade muscular, além de ter relação com prejuízos metabólicos, como resistência à insulina (GOODPASTER et al., 2001b). Além disso, a infiltração de tecido adiposo inter e intramuscular no músculo esquelético também parece afetar a produção de potência (GOODPASTER et al., 2001b; REID et al., 2014).

Os fatos acima reportados parecem prejudicar o desempenho funcional e o equilíbrio postural do indivíduo diabético, levando-o ainda a outras complicações fisiológicas. Assim, é necessário que se investigue e compare diferentes tipos de intervenção que sejam efetivas para essa população, que possa abranger boa parte das implicações decorrentes do processo de envelhecimento, bem como da doença DM2.

## 2.2 Treinamento de Potência Muscular

A principal característica do treino de potência muscular é realizar os exercícios de força na maior velocidade possível, durante a fase concêntrica. Esse tipo de treinamento tem como objetivo aumentar a velocidade de contração muscular, a força explosiva e a potência máxima (RICE et al., 2009). A potência muscular refere-se ao produto da força muscular e velocidade de contração, ou seja, potência muscular refere-se à habilidade de gerar força rapidamente (BEAN, et al., 2002).

O treino de potência muscular, diferente do tradicional e, como referido acima, prioriza alta velocidade de execução na fase concêntrica do movimento. Quando

comparada à força muscular, a potência mostra correlação mais forte com o desempenho em atividades funcionais (FOLDVARI et al., 2000). Desta forma, o treinamento de potência muscular tem sido estudado como uma alternativa na melhora da capacidade de realizar as atividades de vida diárias em idosos (BOTTARO et al., 2006; KAWAMORI e HAFF, 2004).

O envelhecimento é responsável por uma diminuição na capacidade de gerar força rapidamente (CRISTEA, et al., 2010; THOMPSON, et al., 2014), promovendo assim diminuição na capacidade de gerar potência muscular. O treinamento de potência muscular já foi mostrado ser bem eficiente em promover hipertrofia muscular, incrementar a força muscular, potência muscular, qualidade muscular e melhorar o desempenho em atividades da vida diária em indivíduos idosos (VANDERVOORT, 2002). Deste modo, os idosos que possuem DM2, possivelmente podem se beneficiar da mesma forma.

Holviala et al. (2006) demonstraram aumento da força muscular e uma melhora na capacidade funcional, como equilíbrio e velocidade de caminhada, em 48 idosas submetidas a 21 semanas de treinamento de força convencional, em que foram incluídos exercícios de potência muscular apenas para membros inferiores. Em outro estudo também foi encontrado uma superioridade do treino de potência em relação ao treinamento de força convencional na melhora da capacidade funcional em 20 homens idosos, após 10 semanas de treinamento, realizado duas vezes por semana (BOTTARO et al., 2006). Conforme os estudos supracitados, ocorre uma melhora na capacidade funcional que está associada à melhora da taxa de desenvolvimento de força.

Alguns estudos transversais têm demonstrado que o treinamento de potência pode ser mais eficaz do que o treino de força tradicional para aumentar a funcionalidade de idosos (BASSEY et al., 1992, KALAPOTHARAKOS et al., 2005; TSCHOPP, SATTELMAYER, HILFIKER, 2011), além de que o treino de potência pode ser menos exaustivo do que o treino de força convencional (SAYERS, 2007). Em um estudo recente, Lopes et al., (2016) compararam os treinos de força e potência muscular em homens e mulheres idosas, relacionando-os à melhora da capacidade funcional e controle postural, concluindo que o treinamento de potência muscular foi mais efetivo para o ganho de ambos. Desta maneira, o este método de treino pode ser de grande importância quando direcionado a idosos com funções comprometidas, pois pode gerar importantes ganhos funcionais que parecem ser mais específicos do que àqueles produzidos pelo treinamento de força tradicional (MARSH et al., 2009). O desenvolvimento da potência muscular tende a desempenhar um papel importante durante situações inesperadas, como tropeços ou escorregões, visto que a capacidade de mover rapidamente os segmentos a fim de permitir um rápido reposicionamento do membro inferior se torna fator determinante no restabelecimento do controle postural (KLEIN et al., 2002; MISZKO et al., 2003). Outros autores também demonstraram resultados positivos na funcionalidade (FOLDVARI et al., 2000; SUZUKI et al., 2001) e equilíbrio (ORR et al., 2006) após intervenção com este método de treinamento (i.e. treinamento de potência muscular). Por isso, acredita-se na importância de utilizar técnicas de treinamento muscular que trabalhem a potência muscular, tanto em idosos saudáveis, quanto os que apresentam a doença (i.e. DM2).

Uma vez que em idosos diabéticos a função neuromuscular é acometida não só pela idade, mas pela DM2, essa população pode se valer do treino de potência, tendo como benefício a redução ou mesmo prevenção dos efeitos deletérios na

funcionalidade e, sugestivamente, no equilíbrio. No entanto, somente dois estudos do nosso conhecimento investigaram os efeitos desse método de treino (i.e. treinamento de potência muscular) nesta população. Ibañez et al. (2005) avaliaram os efeitos do treino de potência na gordura abdominal e visceral, assim como na sensibilidade à insulina e na força máxima. Porém, neste estudo o treinamento de potência muscular foi antecedido pelo de força tradicional, a estratégia metodológica não possibilitou avaliar o efeito isolado do treinamento de potência muscular. Mavros et al. (2013) avaliaram a força máxima dinâmica, composição corporal e resistência à insulina após um programa de treinamento de potência muscular. Entretanto, os estudos citados acima não avaliaram a funcionalidade e equilíbrio, sendo assim, a intenção do presente estudo foi avaliar o efeito deste método de treinamento (i.e. treinamento de potência muscular) em alguns dos efeitos deletérios que o envelhecimento ocasiona e que são agravados pela DM2, que os quais não foram ainda bem esclarecidos na literatura, principalmente em relação à função neuromuscular, à diminuição da força e potência muscular, bem como ao equilíbrio e funcionalidade.

Está demonstrado que existe um efeito prejudicial do DM2 sobre a relação entre a produção de força e velocidades angulares elevadas, demonstrando, portanto, um comprometimento maior de idosos com DM2 em produzir força rapidamente (SACHETTI et al., 2013). Por este motivo, pode-se ressaltar a importância em se trabalhar a potência muscular nesta população. Considerando-se que o treino de força tradicional já tem demonstrado benefícios para a população idosa com DM2 (CASTANEDA et al., 2002; BROOKS et al., 2007; GEIRSDOTTIR et al., 2012) e que o TREINAMENTO DE POTÊNCIA MUSCULAR pode ter maior implicação na funcionalidade de idosos (FOLDVARI et al., 2000; VANDERVOORT, 2002; KAWAMORI e HAFF, 2004; BOTTARO et al., 2006; LOPES et al., 2016), considera-se

interessante a realização desse tipo de intervenção (i.e. treinamento de potência muscular) para maior esclarecimento do efeito por ele induzido na população idosa com DM2.

Portanto, o que ainda não se sabe na população com DM2 é a relação da potência muscular com o equilíbrio e com os testes funcionais. Deste modo, um programa de treinamento de potência muscular realizado em idosos com DM2 poderá promover melhoras seu equilíbrio e funcionalidade? A principal justificativa deste estudo foi executar um modelo de treino de força que visa a melhora da potência muscular, uma variável que tem alta relação com a funcionalidade, em uma população que pode ter uma perda mais acentuada de função.

### **3 MÉTODOS**

A fim de responder os objetivos da presente dissertação, foi realizado um estudo, a partir dos seguintes objetivos:

- Avaliar o efeito de um programa de treinamento de potência muscular na capacidade funcional e equilíbrio, na função neuromuscular, em parâmetros sanguíneos e no nível de qualidade de vida de idosos com DM2.

### **4 RESULTADOS**

4.1 Artigo: Efeitos de um programa de treinamento de potência muscular em idosos com diabetes mellitus tipo 2.

### **RESUMO**

O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito de um programa de treinamento de potência muscular na capacidade funcional e equilíbrio, na

função neuromuscular, no perfil lipídico, controle glicêmico e no nível de qualidade de vida de idosos com diabetes mellitus tipo 2 (DM2). Para tanto, foram avaliados 21 sujeitos ( $68,2 \pm 3,1$  anos), divididos em dois grupos: grupo intervenção (GI) (n=11) e grupo controle (GC) (n=10). Os sujeitos do GI realizaram treinamento de potência muscular bissemanais, o GC realizou alongamento muscular, uma vez na semana, ambos por um período de 12 semanas. O treino de potência foi realizado para os principais grupos musculares, sendo os exercícios executados da maneira mais rápida possível durante a fase concêntrica. O grupo muscular alvo foi o quadríceps. As variáveis dependentes foram avaliadas antes (momento 1), 8 semanas (momento 2 - equilíbrio dinâmico e estático) e após (momento 3) o período de intervenção. O GC realizou alongamento muscular de membros superiores, tronco e membros inferiores. Para a análise dos dados foi utilizado um teste *t de Student* para comparação dos grupos no momento pré treinamento, para amostras independentes. A comparação de médias foi realizada com ANOVA de duas vias para medidas repetidas, utilizando um *post hoc* de Bonferroni para as variáveis que foram realizadas em três momentos. Os efeitos avaliados foram os fatores tempo e grupo, bem como a interação desses fatores. Para as variáveis colesterol LDL e potência de pico (calculada por fórmula), como houve diferença entre os grupos pré-treinamento, foi realizada uma ANCOVA. Um  $\alpha \leq 0,05$  foi adotado para as análises. Os resultados demonstraram que houve uma melhora significativa ( $p \leq 0,05$ ) para o GI na variável de equilíbrio dinâmico, avaliada pelo teste de alcance funcional, do momento 2 para o momento 3, após as 12 semanas de treinamento, o GC não apresentou modificações ( $p > 0,05$ ) em nenhum dos três momentos. As variáveis de equilíbrio estático não apresentaram efeitos significativos ( $p > 0,05$ ). Na bateria de testes *Short Physical Performance Battery (SPPB)*, o GI apresentou uma diminuição no tempo para a realização do teste de velocidade da marcha ( $p < 0,05$ ) após as 12 semanas de intervenção. No teste de levantar-se da cadeira, houve um efeito significativo do tempo ( $p < 0,05$ ), bem como, no score total da bateria de testes *SPPB* ( $p = 0,001$ ), em que os dois grupos demonstraram melhoras pós-treinamento. A espessura muscular e qualidade muscular apresentaram um efeito do tempo ( $p < 0,05$ ), demonstrando que ambos os grupos apresentaram melhoras. A variável neuromuscular de eco

intensidade não apresentou efeito significativo ( $p>0,05$ ), bem como a variável de composição corporal, gordura visceral. Para o teste de força dinâmica, realizado através do teste de 1 repetição máxima (1-RM) houve um incremento significativo, após 12 semanas de treinamento para o GI ( $p<0,05$ ). O pico de torque apresentou efeito do tempo significativo ( $p<0,05$ ) em ambos os grupos. Quanto à taxa de produção de torque não foram identificados efeitos significativos ( $p>0,05$ ). No salto com contra movimento (CMJ) ocorreu um ganho significativo ( $p<0,05$ ), em que o GI apresentou incrementos pós 12 semanas de treinamento, as outras variáveis do salto (potência média e potência de pico) apresentaram efeitos significativos ( $p<0,05$ ), quando calculadas por fórmula. A hemoglobina glicada e o LDL melhoraram significativamente ( $p<0,05$ ) para os dois grupos, após o treinamento. Para as demais variáveis sanguíneas não foi encontrado valores significativos. A qualidade de vida, avaliada pelo questionário de avaliação da qualidade de vida no diabetes (DQOL) demonstrou melhora significativa ( $p<0,05$ ) para o GC após intervenção, não ocorrendo o mesmo com o GI. Por fim, o treinamento de potência muscular foi eficaz para demonstrar ganhos significativos nos testes de equilíbrio dinâmico, na bateria de testes funcionais e no CMJ.

**Palavras-chave:** treinamento de potência muscular, diabetes mellitus tipo 2, idosos, capacidade funcional, equilíbrio.

#### 4.1.1 INTRODUÇÃO

Sabe-se que ocorrem mudanças na função neuromuscular relacionadas à idade, como reduções significativas na massa muscular, força e alterações na composição corporal (FRONTERA et al., 2000). No entanto, a perda de força ao longo do tempo é mais expressiva, sendo que essa perda progressiva de força muscular observada com o aumento da idade, denominada dinapenia, predispõe idosos a um risco aumentado de limitações funcionais e mortalidade (CLARK e MANINI, 2012). Do mesmo modo, também ocorre uma dissociação da diminuição da força e da potência muscular, sendo que esta última diminui em uma taxa mais acelerada comparada com a força

(IZQUIERDO et al., 1999). Como principais consequências da redução da força e da potência muscular dos membros inferiores, assim como da velocidade da contração muscular e dos movimentos (REID et al., 2012), ocorre um quadro de fraqueza e diminuição da funcionalidade (REID et al., 2012; DESCHENES, 2004). Apesar de todas as alterações negativas associadas ao processo de envelhecimento, o organismo ainda é capaz de se adaptar à prática do exercício físico, em especial ao treinamento de força, quando adequadamente prescrito.

Segundo Kalyani, Corriere e Ferrucci (2010) 70% dos idosos com diabetes têm dificuldades em realizar atividades de vida diária, apresentando limitações de mobilidade, principalmente, nos membros inferiores. Em comparação a idosos saudáveis, aqueles que possuem diabetes mellitus tipo 2 (DM2) têm maior redução da função neuromuscular, bem como pior desempenho em testes funcionais (PARK et al., 2009; VOLPATO et al., 2012). Mesmo que ainda não esteja completamente entendido como o DM2 gera uma maior perda de capacidade funcional, diferentes comorbidades associadas à doença, como doenças cardiovasculares, obesidade e neuropatias, contribuem para a incapacidade física no diabetes. Algumas evidências sugerem que parte do processo de diminuição da mobilidade em idosos com diabetes são mediados por um efeito direto da doença no músculo esquelético. A racionalidade desta observação está associada ao fato de que idosos que apresentam maior duração da doença ou níveis mais elevados de HbA1c apresentam perda acelerada de massa muscular e força. O tamanho da miofibrila no músculo esquelético também é reduzido em pessoas com DM2, e a função mitocondrial também parece ser prejudicada (KALYANI, CORRIERE E FERRUCCI, 2014). O conjunto destes fatores poderia justificar essa maior propensão a incapacidades motoras e funcionais. Contudo, essas



complicações explicam apenas parte da relação entre DM2 e capacidade funcional diminuída.

O envelhecimento também pode levar à diminuição do equilíbrio com uma redução na detecção de eventos inesperados e velocidade do ajuste postural. A diminuição da capacidade de desenvolver força de forma rápida em pessoas idosas parece estar associado com uma capacidade inferior de resposta neuromuscular e em controlar o balanço postural (IZQUIERDO et al., 1999). Entre algumas das complicações associadas com o diabetes mellitus (DM) está a dificuldade em manter o controle postural (ORR et al., 2006) , especialmente na presença da neuropatia periférica (CENTOMO et al., 2007; BONNET et al., 2009; ALLET et al., 2009).

O treino de potência parece ser uma interessante estratégia de intervenção para indivíduos idosos, pois quando comparada à força muscular, a potência mostra correlação mais forte com o desempenho em atividades funcionais (FOLDVARI et al., 2000). Desta forma, este método de treinamento tem sido estudado como uma alternativa para melhora da capacidade de realizar as atividades de vida diárias em idosos (TIGGERMANN et al., 2016; BOTTARO et al., 2006; KAWAMORI e HAFF, 2004) e também parece ter maior relação com a funcionalidade, como referido anteriormente. O treinamento de potência já mostra ser eficiente em promover hipertrofia muscular, incrementar a força muscular, potência muscular, qualidade muscular e melhorar o desempenho em atividades da vida diária em indivíduos idosos saudáveis (VANDERVOORT, 2002; VERDIJK et al., 2013). Os benefícios do treinamento de potência sobre a capacidade de restabelecer o equilíbrio não estão bem esclarecidos, mas alguns estudos com idosos saudáveis vêm demonstrando uma melhora no equilíbrio após um período de treinamento de potência muscular (LOPES et

al., 2016; ORR et al., 2006). Desta maneira, o treinamento de potência pode ser de grande importância quando direcionado a idosos com funções comprometidas, pois pode gerar importantes ganhos funcionais, que parecem ser mais específicos do que aqueles produzidos pelo treino de força tradicional (MARSH et al., 2009).

Uma vez que em idosos diabéticos a função neuromuscular é acometida não só pela idade, mas pela doença, essa população pode se valer do treino de potência como benefício para minimizar ou mesmo prevenir efeitos deletérios na funcionalidade, e sugestivamente no equilíbrio. No entanto, somente dois estudos do nosso conhecimento investigaram os efeitos desse método de treino nesta população. Ibañez et al. (2005) e Mavros et al. (2013), porém, os mesmos não avaliaram funcionalidade e equilíbrio. A intenção do presente estudo foi avaliar o efeito deste método de treinamento, justamente, em alguns dos efeitos deletérios que o envelhecimento ocasiona e que são agravados pela doença, que ainda não foram bem esclarecidos na literatura, principalmente em relação a função neuromuscular, a diminuição da força e potência muscular, ao equilíbrio e funcionalidade.

Está demonstrado que existe um efeito prejudicial do diabetes *mellitus* sobre a relação entre a produção de força muscular e velocidades angulares elevadas, demonstrando, portanto, um comprometimento maior de idosos com DM em produzir força rapidamente (SACHETTI et al., 2013), o que parece ressaltar a importância do treino da potência muscular nesta população. Considerando que o treino de força tradicional tem demonstrado benefícios para a população idosa com DM2 (CASTANEDA et al., 2002; BROOKS et al., 2007; GEIRSDOTTIR et al., 2012) e ainda que o treino de potência pode ter maior implicação na funcionalidade de idosos (FOLDVARI et al., 2000; VANDERVOORT, 2002; KAWAMORI e HAFF, 2004;

BOTTARO et al., 2006; LOPES et al., 2016), parece ser interessante e adequado a utilização desse tipo de intervenção para maior esclarecimento do efeito desse método de treino na população idosa com DM2.

#### 4.1.2 MATERIAIS E MÉTODOS

##### *Amostra*

Participaram deste estudo homens e mulheres com DM2, sendo a seleção da amostra feita por conveniência e de maneira voluntária. Os sujeitos deveriam ter idade  $\geq 60$  anos; diagnóstico clínico de DM2, com concentração plasmática de HbA1c  $\geq 6,5\%$ , conforme exame laboratorial de no máximo 6 meses anteriores ao início do estudo; IMC entre  $18,5 \text{ kg/m}^2$  –  $34,9 \text{ kg/m}^2$ ; não estar praticando exercício físico ou ter praticado no período de seis meses anteriores ao início do estudo; não ser fumante em um tempo mínimo de seis meses; não fazer uso de insulina; caso apresentasse hipertensão arterial, que fosse controlada com medicação. Os indivíduos que participaram do grupo intervenção (GI) deste estudo fizeram parte do grupo controle (GC) de uma pesquisa realizada anteriormente com idosos diabéticos tipo 2 e, foram convidados a realizar o treinamento de potência muscular do presente estudo. Antes de iniciar as avaliações pré-treinamento, os indivíduos passaram por um período de três meses de destreino. Para o recrutamento do GC deste estudo, foram utilizados meios de comunicação (mídias sociais, anúncios em jornais, cartazes espalhados pelo bairro e faixa fixada na Universidade) para divulgação da pesquisa, após o contato dos indivíduos, foi realizada uma entrevista para triagem dos participantes, a fim de saber se estavam dentro dos critérios de inclusão do estudo. Como critérios de exclusão os sujeitos não poderiam apresentar: neuropatia autonômica ou neuropatia periférica severa; retinopatia diabética proliferativa, retinopatia diabética não proliferativa;

insuficiência cardíaca não compensada; angina instável; amputações periféricas; insuficiência renal crônica e algum comprometimento musculoesquelético que impedisse a realização de exercícios físicos. Além disso, seriam excluídos os indivíduos que faltassem mais do que duas sessões consecutivas de treinamento, bem como os que obtivessem uma frequência de treinamento menor que 80% (19 sessões) ao longo das 12 semanas. A frequência dos indivíduos do GI e GC foi de 96,2% e 93,3%, respectivamente.

Iniciaram o programa de treinamento 12 indivíduos (GI), sendo que 13 indivíduos compuseram o grupo controle (GC). Ao final do treinamento, 12 indivíduos do GI tiveram as avaliações pré e pós realizadas. No entanto, 11 deles tiveram seus dados incluídos na análise. No GC 10 indivíduos realizaram as avaliações pré e pós e tiveram seus dados incluídos na análise. A perda amostral de 4 sujeitos ocorreu por motivos não relacionados ao treinamento, ou seja, um foi por interferência/erro de avaliação no equipamento isocinético, outro não compareceu para as avaliações finais, um obteve diagnóstico de câncer durante o treinamento e o outro desistiu da intervenção ao longo dos três meses, alegando dificuldades no deslocamento ao local de treino. Todos os sujeitos assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (ANEXO 1), em que eram informados sobre os possíveis riscos, benefícios e todos os procedimentos que seriam realizados ao longo das 12 semanas, além de que poderiam desistir da participação no estudo a qualquer momento. A identidade dos participantes foi preservada ao longo do estudo, sendo que ao término do mesmo os mesmos foram incentivados a manter a prática de exercício físico. Esta pesquisa está inclusa dentro do estudo **“Efeitos de um programa de treino de força em parâmetros neuromusculares de idosos diabéticos tipo 2: Um ensaio clínico randomizado”** aprovado na plataforma Brasil sob o parecer de número 1455262.

Com o intuito de caracterizar a amostra foram realizadas medidas de massa corporal total dos participantes através de uma balança Urano - PS 180, Brasil, assim como a estatura dos sujeitos foi mensurada pelo estadiômetro da mesma, esses valores foram aplicados na equação de IMC ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ). Para isso, os sujeitos estavam com a menor quantidade de roupa possível e descalços. A idade e o tempo de doença (duração do DM2) também foram questionados.

### *Desenho experimental*

Ambos os grupos (GI e GC) passaram por intervenções de 12 semanas e cada participante foi avaliado antes, 8 semanas (testes de equilíbrio) e após o período de intervenção, sendo que inicialmente os indivíduos foram familiarizados com os testes. O grupo intervenção realizou um treinamento de potência muscular com sessões bissemanais. O grupo controle realizou alongamento muscular uma vez na semana. As medidas pós-treinamento iniciaram 72 horas após a última sessão de treinamento, e os sujeitos completaram todas as avaliações dentro de uma semana, sendo que um intervalo de 48 horas era dado entre as mesmas. Diferentes testes foram realizados em dias distintos, com o intuito de evitar a fadiga e a interferência de um teste no outro. Cada avaliação foi sempre realizada pelo mesmo avaliador. As coletas de dados foram realizadas no Laboratório de Pesquisa do Exercício (LAPEX), o treinamento de potência muscular foi realizado na sala de musculação da ESEFID/UFRGS, bem como as sessões de alongamento, ambos na Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (ESEFID/UFRGS).

### *Avaliações*

#### *Capacidade Funcional*

A capacidade funcional foi avaliada pela bateria de teste *Short Physical Performance Battery* (SPPB) (ANEXO 2), avaliando a função de membros inferiores mediante uma bateria de testes de equilíbrio estático, velocidade da marcha e teste de levantar-se da cadeira, sendo que cada item tem uma somatória 0-4 pontos, gerando um escore total de 0 a 12 pontos (pior e melhor desempenho, respectivamente). O protocolo para a aplicação da SPPB foi utilizado conforme sua versão brasileira, já validada (NAKANO, 2007). Para o teste de equilíbrio o participante deveria conseguir manter-se em cada uma das posições: em pé com os pés juntos (*side by side*), em pé com um pé parcialmente à frente (*semi tandem*) e em pé com um pé exatamente à frente do outro (*tandem*), pelo tempo de 10 segundos. Para a avaliação da velocidade da marcha, o percurso foi demarcado com fitas no chão em uma distância de 4 metros. A terceira tarefa da bateria consistiu em sentar e levantar da cadeira cinco vezes, com a instrução de que o movimento fosse realizado o mais rápido possível.

Segundo Guralnik et al. (1995), o resultado pode receber a seguinte graduação: 0 a 3 pontos: incapacidade ou capacidade ruim; 4 a 6 pontos: baixa capacidade; 7 a 9 pontos: capacidade moderada e 10 a 12 pontos: boa capacidade.

#### *Equilíbrio Estático e Dinâmico*

Os testes de equilíbrio estático foram realizados em uma plataforma de força (marca Kistler, BioWare® Software Type 2812A). A captura do sinal foi realizada em uma frequência de 100 Hz e a plataforma de força foi calibrada antes de todos os testes de acordo com as instruções do fabricante. Os testes foram feitos na seguinte sequência: pés juntos (*side by side*), em pé com um pé parcialmente à frente (*semi tandem*) e em pé com um pé exatamente à frente do outro (*tandem*), sendo que os mesmos foram realizados com os olhos abertos e fechados e cada posição mantida por

10 segundos. Foi utilizado o *software* Matlab para os procedimentos de análise (Matlab® Mathworks Inc., Novi, MI, USA), em que foi calculada a área (cm<sup>2</sup>) dos deslocamentos do centro de pressão (COP) dos indivíduos.

Um teste de equilíbrio dinâmico também foi realizado: o Teste de Alcance Funcional ou *Functional Reach Test*. O teste determina o quanto o idoso é capaz de se deslocar dentro do limite de estabilidade anterior (DUNCAN, et al., 1990). Utilizou-se uma fita métrica fixada à parede, paralela ao chão, e posicionada na altura do acrômio do voluntário. O indivíduo, descalço, foi posicionado com os pés paralelos, perpendicularmente à parede e no início da fita métrica. Com o punho em posição neutra e mão fechada, na marcação 0 da fita métrica, cotovelo estendido e ombro com flexão de 90°, o voluntário foi instruído a realizar uma inclinação para frente sem tocar na fita, sem tirar o calcanhar de apoio do solo, sem flexionar os joelhos, desequilibrar-se ou dar um passo à frente e, se algum destes eventos ocorresse, o teste era invalidado. Em seguida, verificava-se o quanto o sujeito havia alcançado à sua frente. O resultado do teste é representado pela média, após três tentativas, da diferença entre a medida na posição inicial (0 cm) e a final registrada na fita métrica.

#### *Salto Vertical – Salto com contra movimento (CMJ)*

O salto CMJ foi realizado em uma plataforma de força (marca Kistler, BioWare® Software Type 2812A). A captura do sinal foi realizada em uma frequência de 1000 Hz e a plataforma de força foi calibrada antes de todos os testes de acordo com as instruções do fabricante. Antes do teste máximo, cada sujeito realizou 3-4 tentativas como preparação e aquecimento para o teste. Para a realização do salto, os sujeitos foram instruídos a ficar em pé sobre a plataforma com os pés afastados na largura dos ombros e as mãos na cintura. Os sujeitos agacharam até suas coxas estarem paralelas

ao solo, sendo que o movimento para baixo foi imediatamente seguido por um movimento de salto explosivo para cima o mais alto possível, evitando deslocamento horizontal ou flexão dos joelhos durante o tempo de voo. A técnica do salto foi analisada pelo avaliador, e 3-4 saltos CMJ válidos (segundo os critérios de validação adotados) foram gravados para posterior análise. Para os procedimentos de análise foi utilizado o *software* Matlab (Matlab® Mathworks Inc., Novi, MI, USA), os dados obtidos dos saltos foram a altura de salto em cm, potência média em W e potência pico em W. O cálculo da potência média e de pico também foram estimadas com a utilização das fórmulas de Harman et al., (1991):

$$\text{Pico de Potência (W)} = 61,9 \times H \text{ (cm)} + 36,0 \times \text{MCT (kg)} + 1,822.$$

$$\text{Potência Média (W)} = 21,2 \times H \text{ (cm)} + 23,0 \times \text{MCT (kg)} - 1,393.$$

#### *Teste de Força Muscular Dinâmica Máxima (1RM)*

A força muscular dinâmica máxima foi avaliada a partir do teste de uma repetição máxima (1RM) para extensão de joelhos, realizado de forma bilateral em uma cadeira extensora (marca Könnem Gym, China). A execução do movimento iniciava no ângulo de 90° do joelho (0° = joelhos totalmente estendidos) até a máxima extensão de joelhos. Um suporte metálico, externo ao aparelho foi utilizado para marcar o ângulo de extensão completa de joelhos, particular a cada indivíduo, permitindo que a mesma amplitude de movimento fosse executada antes e após o programa de treinamento. Aos sujeitos foi dada a instrução de realizar o movimento concêntrico em alta velocidade e o excêntrico entre 2 e 3 segundos. A falha foi definida como a incapacidade de executar o movimento de extensão e flexão de joelhos completa, dentro do ritmo



estipulado e não tocando o suporte metálico que delimitava a amplitude de movimento de cada sujeito. O valor de 1-RM foi definindo como a máxima carga possível de ser deslocada em uma única repetição do movimento, seguindo os critérios de validação acima descritos, tendo sido realizadas de 3 a 5 tentativas para a finalização do teste.

O teste de 1RM foi realizado nos momentos pré e pós-intervenção, e em cada um dos mesociclos de treinamento para reajuste da carga de treino.

### *Taxa de Produção de Torque*

A taxa de produção de torque (TPT) foi calculada a partir das curvas de torque-tempo obtidas durante uma contração isométrica voluntária máxima (CIVM) de extensão de joelho realizada em um dinamômetro isocinético (Cybex, Ronkokoma, EUA), o qual era calibrado de acordo com as especificações do fabricante antes de cada teste. Foram realizadas três CIVMs de 5 segundos de duração cada uma, em 60° de extensão de joelho (0°= joelho totalmente estendido), com 2 minutos de intervalo entre cada tentativa. Apenas o membro inferior dominante foi testado e todos os sujeitos foram instruídos a executar a contração tão rápido e forte quanto possível (SAHALY et al.,2001). Para a aquisição da curva de torque foi utilizado um conversor analógico digital da marca Miotool 400 com frequência de amostragem de 2000 Hz por canal (Miotec Equipamentos Biomédicos, Brasil) conectado ao canal de torque do dinamômetro. A TPT foi calculada a partir da CIVM com o maior de pico torque ( $N.m^{-1}$ ), foi determinada na fase inicial de cada CIVM em períodos incrementais de 0-50ms e 0-200ms após o início da contração e o maior valor obtido em cada intervalo de tempo foi selecionado. O onset muscular foi definido a partir do valor mínimo de 7,5 N.m ser atingido (AAGAARD et al., 2002). Além disso, foi determinado o valor da máxima TPT.

As duas curvas selecionadas pelo maior pico de torque (0-50ms e 0-200ms) foram normalizadas, através do mesmo.

### *Espessura Muscular*

A espessura muscular (EM) dos músculos do quadríceps do membro direito foi realizada por meio de imagem, obtida em B-modo por um aparelho de ultrassom (Nemio XG, Toshiba, Japão). Antes do início da captação das imagens, os sujeitos permaneceram por 10 min em decúbito dorsal com os membros inferiores estendidos e relaxados, com o intuito de permitir a estabilização dos fluídos corporais (ARROYO et al., 2016). Um transdutor linear (38 mm) com frequência de amostragem de 7,5 MHz (70 mm de profundidade e ganho de 90 dB) foi posicionado de forma perpendicular sobre músculo avaliado. Para assegurar os mesmos pontos para captura das imagens pré e pós-treinamento foi utilizado o sistema de mapas proposto por Narici et al. (1989).

A análise das imagens foi realizada no programa Image-J (versão 1.37, National Institutes of Health, Estados Unidos da América). Para a determinação da espessura do músculo vasto intermédio (VI) foi identificado o tecido ósseo (fêmur) e a aponeurose superior do músculo, sendo a distância entre eles definida como a espessura muscular; para o reto femoral (RF) foi identificado o tecido adiposo subcutâneo e a aponeurose inferior, e a distância entre eles será definida como a espessura muscular; para o vasto lateral (VL) foi identificado o tecido adiposo subcutâneo e a aponeurose inferior de modo que a distância entre eles foi assumida como a espessura; para o vasto medial (VM) foi identificado o tecido ósseo (fêmur) e o tecido adiposo subcutâneo, e a distância entre eles foi definida como a espessura muscular.

Para as comparações, foi feito o somatório (VL + VI + RF + VM) da espessura dos músculos do quadríceps femoral do membro avaliado (RADAELLI et al., 2013, CADORE et al., 2012).

### *Qualidade Muscular*

A qualidade muscular foi mensurada tanto pela eco intensidade da imagem, como pela tensão específica. A análise da eco intensidade foi realizada a partir das mesmas imagens coletadas para EM do músculo RF. A análise foi feita no *software* Image-J (versão 1.37, Instituto Nacional de Saúde, Estados Unidos da América) baseado em uma escala de cinza (0 = cinza e 255 = preto) (PILLEN et al., 2006) calculada pelo próprio *software* e expressa em unidades arbitrárias. A região de interesse da imagem analisada incluiu a maior parte do músculo RF possível, sem qualquer fáscia ou osso circundante (WATANABE et al., 2013).

A tensão específica foi avaliada pela divisão dos valores de força máxima do teste de 1RM (dividido por 2, pois o teste foi realizado de maneira bilateral), pelo valor de espessura muscular do quadríceps (somatório das EM dos músculos VL+VM+RF+VI). O valor resultante expressa a força muscular voluntária por unidade de massa muscular treinada (RECH et al., 2014).

### *Medidas de Composição Corporal - Gordura Visceral*

A medida de gordura visceral foi realizada por meio de imagem, obtida em B-modo por um aparelho de ultrassom (Nemio XG, Toshiba, Japão) com um transdutor convexo de 3,75 MHz (160mm de profundidade, 80db de ganho). Um gel solúvel em água, o qual promove um contato acústico sem a necessidade de causar pressão sobre a pele, foi aplicado sobre o local da avaliação e o transdutor foi posicionado imediatamente

acima da cicatriz umbilical, tendo o cuidado para exercer a pressão mínima para aquisição da imagem. A espessura de gordura visceral foi considerada a distância entre a porção posterior do reto do abdome e a parede posterior da artéria aorta abdominal (DINIZ et al. 2009).

### *Parâmetros Sanguíneos*

As coletas e análises sanguíneas, foram realizadas em jejum de 12-14 horas (sem consumo de álcool e/ou bebidas cafeínadas) e 72 horas sem realização de exercícios físicos. Os níveis de glicose, colesterol total, triglicerídeos e das lipoproteínas de alta densidade (colesterol HDL), foram mensurados em um analisador automático no equipamento COBAS c111 (Roche, Diagnostics, Estados Unidos da América). Os níveis de lipoproteínas de baixa densidade (colesterol LDL) foram estimados pela equação de Friedewald et al., (1972). Os níveis de hemoglobina glicada (HbA1c) foram determinados através do método imunoturbidimétrico (Siemens Advia 1800, Siemens Healthcare Alemanha).

### *Questionários - Qualidade de Vida em Idosos Diabéticos (DQOL) e Questionário Semanal*

O questionário *Diabetes Quality of Life Measure* - DQOL-Brasil foi aplicado (ANEXO 3) a fim de observar modificações na qualidade de vida dos sujeitos (CORRER et al., 2008). É um questionário de auto-aplicação, constituído de 44 questões de múltipla escolha, organizadas em 4 domínios: satisfação, impacto, preocupações sociais/vocacionais e preocupações relacionadas ao diabetes. As respostas estão organizadas em uma escala Likert de 5 pontos. A satisfação está distribuída em uma escala de intensidade e as respostas dos domínios de impacto e

das preocupações estão distribuídas em uma escala de frequência. Nessas escalas, quanto mais próximo ao número 1 estiver o resultado, melhor a avaliação da qualidade de vida (CORRER et al., 2008). Foi realizada a média de cada domínio e uma média total do questionário.

O Questionário Semanal (ANEXO 4) era respondido na primeira sessão semanal de treino/sessão de alongamento durante as 12 semanas de intervenção, informando se os indivíduos haviam passado por algum desconforto durante ou fora do treinamento, se as medicações utilizadas estavam sendo mantidas ou haviam sido alteradas, e sobre a manutenção dos hábitos de atividade física. O intuito desse questionário foi de tentar controlar alguns possíveis fatores de confusão que poderiam influenciar o resultado do estudo.

#### *Programa de Treinamento*

O programa de treinamento de potência muscular foi composto por um total de 12 semanas, com frequência bissemanal, com intervalo de 48h entre sessões. Antes de iniciar a sessão de treino a glicemia pós-prandial e a pressão arterial dos sujeitos foram mensuradas. Depois disso era realizado um aquecimento em esteira durante 10 min, e ao final da sessão de treino eram realizados alongamentos para os principais grupos musculares exercitados. Após o fim da sessão, novamente a glicemia e a pressão arterial eram mensuradas.

As sessões de treinamento foram compostas por oito exercícios: extensão de joelhos, flexão de joelhos, puxada alta, flexão de cotovelo, extensão de cotovelo, abdução e adução de quadril, e abdominal (sendo o principal exercício para o quadríceps femoral e os demais como complementos da sessão). Os sujeitos foram

instruídos a realizar todos os exercícios na maior velocidade possível na fase concêntrica de cada repetição e a fase excêntrica entre 2-3 segundos.

A periodização do treinamento está apresentada na tabela 1. A prescrição da intensidade de treinamento foi realizada de maneira linear. Durante as 12 semanas de treinamento a intensidade foi incrementada linearmente de 30% de 1-RM de extensão de joelho até 60%, para os demais exercícios a carga era modestamente incrementada, conforme a percepção do professor, quando os indivíduos conseguissem realizar o número de repetições específicos de cada mesociclo com facilidade. A cada quatro semanas de treinamento era realizado um teste de 1-RM de extensão de joelhos para o ajuste das intensidades do treinamento. Durante a primeira semana de treinamento (2 sessões) os sujeitos foram familiarizados com os exercícios e com a maneira de execução a fim de evitar lesões.

Tabela 1 – Periodização do treinamento de potência muscular.

Semanas	Número de Séries	Repetições	Intensidade (1-RM)	Intervalo
1 – 4	3	8 – 10	30%	3 min
5 – 8	3	6 – 8	45%	3 min
9 – 12	3	4 – 6	60%	3 min

O GC realizou os exercícios de alongamento muscular uma vez na semana. O alongamento era realizado em grupo, por um período de 50min a 1 hora. Foram realizados alongamentos ativos para membros inferiores, tronco e membro superiores, utilizando bastões, cordas, bolas suíças e espaldar.

### *Análise estatística*

A análise foi realizada no software SPSS versão 21, sendo que todos os dados estão apresentados em média e desvio padrão. A normalidade e homogeneidade dos dados foram verificadas pelo teste de Shapiro Wilk e Levene, respectivamente. Para comparação dos grupos no momento pré-treinamento foi realizado um teste t de *Student* para amostras independentes. A comparação de médias foi realizada com ANOVA de duas vias para medidas repetidas, utilizando um *post hoc* de Bonferroni para as variáveis que foram realizadas em três momentos (teste de alcance funcional e testes de equilíbrio estáticos). Os principais efeitos avaliados foram os fatores tempo e grupo, bem como a interação desses fatores. Para as variáveis colesterol LDL e potência de pico (calculada por fórmula), como houve diferença entre os grupos pré-treinamento, foi realizada uma ANCOVA. Um  $\alpha \leq 0,05$  foi adotado para as análises.

#### 4.1.3 RESULTADOS

##### *Caracterização da amostra*

Não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre os grupos para as variáveis de caracterização da amostra no momento pré-treinamento. Na tabela 2 podem-se visualizar as variáveis de caracterização da amostra de ambos os grupos GC e GI.

Tabela 2 - Caracterização da amostra, em que as variáveis estão descritas em média e desvio padrão.

	GC (n=10)	GI (n=11)	P
<b>Homem/Mulher</b>	3/7	4/7	
<b>Idade (anos)</b>	66 ± 3,29 (61-71)	70,45 ± 7,80 (62-88)	0,056
<b>Estatura (m)</b>	1,60 ± 0,07 (1,50-1,70)	1,59 ± 0,07 (1,48-1,70)	0,604
<b>Massa Corporal (kg)</b>	75,2 ± 9,25 (65,0-86,0)	71,43 ± 13,68 (46,3-87,1)	0,154
<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>	29,22 ± 2,87 (24,06-34,6)	28,02 ± 3,90 (18,66-32,2)	0,443
<b>Duração do DM2 (anos)</b>	9,1 ± 5,91 (2-19)	12,36 ± 7,35 (4-25)	0,405

Descrição: GC: grupo controle; GI: grupo intervenção; IMC: índice de massa corporal total; DM2: diabetes *mellitus* tipo 2.

#### *Bateria de testes SPPB (Short Physical Performance Battery)*

Quanto à bateria de testes *SPPB*, em relação à velocidade da marcha ocorreu uma interação tempo\*grupo ( $p=0,002$ ), em que o GI apresentou uma redução no tempo para a realização do teste ( $p<0,001$ ), mostrando um melhor desempenho após as 12 semanas de intervenção. No teste de levantar-se da cadeira, houve um efeito significativo do tempo ( $p<0,001$ ), bem como, no score total da bateria de testes *SPPB* ( $p=0,001$ ), em que os dois grupos demonstraram melhoras após 12 semanas de intervenção. Na tabela 3 podem-se visualizar as variáveis dos testes funcionais (bateria *SPPB*).



Tabela 3– Variáveis da Bateria SPPB descritas em média e desvio padrão.

	GC		GI		p-tempo	p-tempo* grupo
	Pré	Pós	Pré	Pós		
<b>Velocidade da Marcha (m/s)</b>	4,7 ± 0,71	4,6 ± 0,70	4,43 ± 0,5	3,7 ± 0,28* <sup>#</sup>	<0,001	0,002
<b>Levantar da Cadeira (s)</b>	9,9 ± 2,4	9,03 ± 1,7*	9,54 ± 1,06	7,9 ± 1,04*	<0,001	0,175
<b>SPPB TOTAL</b>	11,1 ± 0,99	11,6 ± 0,69*	11,27 ± 0,64	12 ± 0*	0,001	0,451

Descrição: GC: grupo controle; GI: grupo intervenção; IMC: SPPB: Short Physical Performance Battery. \* indica diferença significativa dos valores pré-treinamento, # significativamente diferente do grupo controle no mesmo momento.

#### *Equilíbrio Estático e Dinâmico*

Na variável do alcance funcional ocorreu uma interação tempo\*grupo ( $p=0,027$ ), em que o GI apresentou incrementos do momento 2 para o momento 3 ( $p=0,022$ ) após as 12 semanas de treinamento. O grupo controle não apresentou modificações em nenhum dos três momentos. As outras variáveis de equilíbrio estático não apresentaram efeitos significativos, nem interação tempo\*grupo. Na tabela 4 podem-se visualizar as variáveis dos testes de equilíbrio (estático e dinâmico).

Tabela 4 – Variáveis de equilíbrio descritas em média e desvio padrão.

	GC			GI			p-tempo	p-tempo* grupo
	Pré	8 sem	Pós	Pré	8 sem	Pós		
<b>Alcance Funcional (cm)</b>	13,58 ± 2,02	12,4 ± 1,1	13,26 ± 1,6	13,06 ± 1,38	13,12 ± 1,15	14,42 ± 1,68**	0,005	0,027
<b>Um pé ao lado do outro</b>	188,9 ± 144,33	188,5 ± 109,69	128,5 ± 86,21	142,36 ± 50,68	205,18 ± 139,26	173,45 ± 104,08	0,217	0,217
<b>Um pé ao lado do outro (OF)</b>	249 ± 210,64	353,5 ± 184,75	327,4 ± 162,12	253 ± 214,37	296,18 ± 112,57	399,36 ± 360,08	0,125	0,501
<b>Um pé parcialmente à frente</b>	362,2 ± 397,5	221,7 ± 177,6	218,8 ± 143,7	237,5 ± 144,3	276,7 ± 162,3	258,2 ± 173,8	0,572	0,283
<b>Um pé parcialmente à frente (OF)</b>	748,2 ± 647,1	873,1 ± 640,4	714,7 ± 503,9	970,5 ± 1.685	918,9 ± 745,6	983,3 ± 845,6	0,972	0,852
<b>Um pé à frente</b>	648,2 ± 649,8	932 ± 1.457	426,7 ± 241	626,9 ± 492,8	527,7 ± 299,6	391 ± 306,9	0,198	0,490
<b>Um pé à frente (OF)</b>	1.712,2 ± 1.381,9	1.961,7 ± 1.563,8	1.156 ± 1.218,6	1.635,7 ± 1.414	1.087,5 ± 655,4	1.124 ± 637,2	0,192	0,291

Descrição: GC: grupo controle; GI: grupo intervenção; OF: teste realizado com os olhos fechados. \* indica diferença significativa dos valores pré-treinamento, # significativamente diferente do grupo controle no mesmo momento.

### *Variáveis neuromusculares e de Composição Corporal*

No salto com contra movimento (CMJ) ocorreu uma interação tempo\*grupo (p=0,034), em que o grupo intervenção (GI) apresentou incrementos após as 12

semanas de treinamento. As outras variáveis do salto (potência média e pico de potência) não apresentaram efeitos significativos. Quando calculadas por fórmula de Harman et al., (1991) a potência média demonstrou interação tempo\*grupo ( $p=0,009$ ), a variável potência de pico, quando ajustada pelos valores pré treinamento, apresentou interação tempo\*grupo ( $p=0,016$ ). Provavelmente valores significativos foram encontrados na potência média e pico de potência quando calculadas com as fórmulas, pois elas demonstram resultados mais brutos, utilizando basicamente a altura do salto (cm) e a massa corporal (kg) dos sujeitos. Diferente de como os cálculos são feitos utilizando o *software* matlab, onde mais variáveis são utilizadas para chegar a estes valores (força/potência, aceleração) deixando o método mais sensível para identificar incrementos significativos.

Para os valores de força máxima dinâmica, avaliado pelo teste de 1-RM, houve uma interação tempo\*grupo ( $p=0,023$ ), demonstrando que o grupo intervenção (GI) incrementou os valores do teste após 12 semanas de treinamento. O pico de torque apresentou efeito do tempo significativo ( $p=0,005$ ) em ambos os grupos. Quanto à TPT não houve efeitos significativos do tempo, nem interação tempo\*grupo.

A variável neuromuscular de espessura muscular apresentou um efeito do tempo ( $p=0,006$ ), mas não uma interação tempo\*grupo. O mesmo ocorreu com a qualidade muscular por tensão específica, que apresentou efeito significativo do tempo ( $p<0,001$ ), indicando que os dois grupos apresentaram melhoras na qualidade muscular. A variável neuromuscular de qualidade muscular por eco intensidade não apresentou efeitos significativos do tempo nem interação tempo\*grupo. O mesmo ocorreu com a variável de composição corporal, gordura visceral, não apresentando efeitos

significativos do tempo nem interação tempo\*grupo. As variáveis neuromusculares e de composição corporal são apresentadas na tabela 5, abaixo.

Tabela 5 – Variáveis neuromusculares e de composição corporal descritas em média e desvio padrão.

	GC		GI		p-tempo	p-tempo* grupo
	Pré	Pós	Pré	Pós		
<b>Salto com contra movimento (cm)</b>	17,62 ± 4,10	19,42 ± 5,11	18,26 ± 3,4	24,98 ± 6,51*#	0,001	0,034
<b>Potência média do salto (W)</b>	752,7 ± 164,9	756,5 ± 236,7	821,18 ± 229,08	840,09 ± 218,6	0,587	0,717
<b>Potência de pico do salto (W)</b>	1.505,5 ± 329,9	1.513,6 ± 472,9	1.643,1 ± 458,2	1.680 ± 437,2	0,591	0,730
<b>Potência média do salto (fórmula)</b>	2102,07 ± 201,52	2136,06 ± 241,57	2028,85 ± 314,71	2161,73 ± 314,47*#	0,001	0,009
<b>Potência de pico do salto (fórmula)</b>	3800,34 ± 345,9	3905,17 ± 473,98	3704,11 ± 513,2	4073,96 ± 515,56*#	0,001	0,013
<b>1-RM (kg)</b>	47,60 ± 12,61	55,00 ± 19,55	47,54 ± 14,34	63,81 ± 17,61*#	0,001	0,023
<b>TPT<sub>50 norm</sub> (Nm/s)</b>	1,94 ± 1,122	2,10 ± 1,51	2,25 ± 0,89	2,69 ± 1,05	0,127	0,472
<b>TPT<sub>200 norm</sub> (Nm/s)</b>	1,81 ± 0,63	1,76 ± 1,0	2,10 ± 0,52	2,35 ± 0,62	0,402	0,249
<b>Pico de torque (Nm)</b>	123,70 ± 25,75	131,50 ± 39,20*	133,36 ± 35,90	149,27 ± 35,12*	0,005	0,292
<b>Espessura muscular (mm)</b>	68,82 ± 10,79	70,22 ± 10,46*	72,44 ± 19,51	75,50 ± 19,96*	0,006	0,263
<b>Qualidade muscular - Tensão Específica (u.a.)</b>	0,347 ± 0,080	0,393 ± 0,121*	0,336 ± 0,090	0,431 ± 0,094*	0,001	0,33

<b>Qualidade muscular -Eco intensidade (u.a.)</b>	82,23 ± 22,54	76,96 ± 24,18	72,61 ± 17,17	69,02 ± 13,42	0,065	0,715
<b>Gordura visceral (mm)</b>	61,17 ± 22,25	60,30 ± 22,39	63,54 ± 17,81	59,65 ± 21,51	0,159	0,364

Descrição: GC: grupo controle; GI: grupo intervenção; MME: massa muscular esquelética; IMM: índice de massa muscular; 1RM: uma repetição máxima; TPT<sub>50 norm</sub> e TPT<sub>200 norm</sub>: taxa de produção de torque isométrico dos extensores de joelho nos intervalos de 0-50 e 0-200 N/s normalizada pelo pico de torque. \* indica diferença significativa dos valores pré-treinamento, # significativamente diferente do grupo controle no mesmo momento.

### *Variáveis sanguíneas*

A hemoglobina glicada apresentou um efeito do tempo ( $p=0,001$ ), mas não houve uma interação dos fatores tempo\*grupo ( $p=0,071$ ), mostrando que ambos os grupos apresentaram redução nesta variável após o treinamento. O mesmo ocorreu com o HDL, ocorrendo um efeito do tempo ( $p<0,001$ ), mostrando que os níveis aumentaram similar e significativamente nos dois grupos. Para as variáveis glicemia de jejum e colesterol total ocorreu efeito do grupo ( $p=0,015$ ;  $p=0,014$ , respectivamente) não apresentando interação tempo\*grupo. Para triglicérides não houve nenhum efeito significativo dos fatores isolados ou da interação tempo\*grupo. Para o LDL, quando ajustada pelos valores da variável pré treinamento, não houve efeito significativo do tempo ( $p=0,098$ ). Os valores das variáveis sanguíneas podem ser observados abaixo na tabela 6.

Tabela 6 – Variáveis sanguíneas descritas em média e desvio padrão.

	GC		GI		p-tempo	p-tempo* grupo
	Pré	Pós	Pré	Pós		
<b>Hemoglobina glicada (%)</b>	6,41 ± 0,74	6,20 ± 0,67*	7,06 ± 0,85	6,41 ± 0,57*	0,001	0,071
<b>HDL (mg/dl)</b>	39,44 ± 12,47	43,07 ± 11,32*	33,18 ± 9,05	40,33 ± 11,31*	<0,001	0,145
<b>Glicemia jejum (mg/dl)</b>	118,18 ± 20,40	118,10 ± 25,43	152,92 ± 50,63	158,71 ± 39,53	0,707	0,699
<b>Colesterol total (mg/dl)</b>	204,81 ± 53,78	206,10 ± 55,26##	147,65 ± 28,17	164,21 ± 33,58##	0,115	0,174
<b>LDL (mg/dl)</b>	130,26 ± 56,77#	129,19 ± 51,07	88,44 ± 22,91#	91,61 ± 25,28	0,098	0,659
<b>Triglicerídeos (mg/dl)</b>	175,54 ± 130,28	169,20 ± 97,42	130,16 ± 44,47	161,34 ± 81,59	0,402	0,211

Descrição: GC: grupo controle; GI: grupo intervenção; HDL: *high-density lipoprotein*; LDL: *low-density lipoprotein*. \* indica diferença significativa dos valores pré-treinamento, ## indica diferença entre os grupos no momento pós-treinamento.

#### Questionário de Qualidade de Vida

Quanto ao questionário DQOL, no domínio impacto, ocorreu uma interação tempo\*grupo ( $p=0,020$ ), em que o grupo controle (GC) apresentou uma melhora neste domínio ( $p=0,004$ ) após as 12 semanas de intervenção. Nos domínios satisfação, preocupações sociais/vocacionais e preocupações relacionadas à doença não houve efeitos significativos nem interação tempo\*grupo. Na qualidade de vida total ocorreu uma interação tempo\*grupo ( $0,016$ ), em que o grupo controle (GC) apresentou uma melhora ( $p=0,001$ ) na pontuação total do questionário após intervenção, o mesmo não

ocorrendo com o grupo intervenção (GI). Os valores relativos ao questionário DQOL são apresentados na tabela abaixo (tabela 7).

Tabela 7 – Variável de Qualidade de vida – DQOL descritas em média e desvio padrão.

	GC		GI		<i>p</i> -tempo	<i>p</i> -tempo* grupo
	Pré	Pós	Pré	Pós		
<b>Impacto</b>	1,91 ± 0,40	1,53 ± 0,26*	1,64 ± 0,49	1,63 ± 0,43	0,014	0,020
<b>Satisfação</b>	2,60 ± 0,45	2,25 ± 0,44	2,22 ± 0,71	2,26 ± 0,65	0,184	0,100
<b>Preocup. Sociais</b>	1,10 ± 0,23	1,07 ± 0,22	1,13 ± 0,24	1,02 ± 0,56	0,093	0,330
<b>Preocup. Doença</b>	1,87 ± 0,90	1,55 ± 0,49	1,61 ± 0,69	1,68 ± 0,64	0,255	0,088
<b>Qualidade de Vida Total</b>	2,01 ± 0,33	1,71 ± 0,26*	1,75 ± 0,44	1,75 ± 0,42	0,014	0,016

Descrição: GC: grupo controle; GI: grupo intervenção; PREOCUP. SOCIAIS: domínio relacionado às preocupações sociais/vocacionais; PREOCUP. DOENÇA: domínio relacionado às preocupações relacionadas à diabetes. \* indica diferença significativa dos valores pré-treinamento.

#### 4.1.4 DISCUSSÃO

Os principais achados deste estudo foram os ganhos significativos nos testes de equilíbrio dinâmico (alcance funcional), na velocidade da marcha na bateria de testes funcionais (*SPPB*), no salto com contra movimento (CMJ), potência média e pico de potência e no teste de força máxima dinâmica (1-RM) observados no grupo que realizou o treinamento de potência muscular - GI, em comparação ao GC, que realizou apenas exercícios de alongamento muscular. Além disso, ocorreram ganhos

significativos na qualidade e espessura muscular, no pico de torque e nas variáveis sanguíneas de hemoglobina glicada (HbA1c) e HDL para ambos os grupos (GI e GC), mostrando que ambas as rotinas de treino (i.e. treinamento de potência muscular e alongamento muscular) foram eficientes para induzir alterações nestas variáveis.

Nos estudos verificados na literatura com idosos diabéticos tipo 2 e treinamento de potência muscular, não foram encontrados resultados relacionados ao equilíbrio. Orr et al., (2006) avaliaram o equilíbrio dinâmico em idosos não diabéticos e verificaram melhoras no equilíbrio após treinamento de potência muscular. Moura et al., (2013) demonstraram melhoras no teste de alcance funcional em mulheres idosas, após treino de força associado com equilíbrio. Corroborando com os estudos citados acima, no presente estudo, o GI apresentou melhoras no teste de equilíbrio dinâmico (alcance funcional) após as 12 semanas de treinamento de potência muscular. O teste de alcance funcional tem sido indicado como fator de predição na mobilidade funcional e risco de quedas em idosos (TIEDMANN et al., 2008). Assim, pode-se associar que, além de demonstrar melhora no equilíbrio dinâmico, os indivíduos do presente estudo apresentaram uma melhora da mobilidade.

No estudo de Orr et al., (2006) foram comparadas três intensidades de treinamento de potência muscular com idosos: 20% (baixo), 50% (médio), e 80% (alto) de 1RM, as quais foram comparadas a um grupo controle, após 12 semanas de treinamento, com sessões bissemanais. Os resultados demonstraram que o treinamento de potência muscular melhorou o equilíbrio, particularmente se utilizada uma baixa carga em alta velocidade. O treinamento de força parece fornecer um meio para melhorar a função neural, reduzindo a latência de resposta muscular, recrutando efetivamente músculos posturais e melhorando a interpretação da informação sensorial, conseqüentemente,



melhorando o equilíbrio (HORAK, HENRY, SHUMWAY-COOK, 1997). Porém, no presente estudo não foram observadas melhoras nos testes de equilíbrio estático e dentre outros motivos que possivelmente tenham levado a este resultado, está o fato de que os participantes do presente estudo tinham a função neuromuscular preservada, diferentemente do que ocorre com idosos acometidos pela DM2 com comprometimento neuromuscular severo. Assim, um tempo maior de treinamento de potência muscular para os participantes do presente estudo talvez pudesse promover maior impacto em seu equilíbrio, ou seja, idosos com DM2 saudáveis talvez precisem de um período maior de intervenção para promover incrementos no equilíbrio corporal.

O estudo de Alfieri et al., (2010) também não reportou melhoras no equilíbrio no grupo que realizou treinamento de força, se comparado a um grupo que realizou atividades multissensoriais e que demonstrou melhora nos testes. Ambos os grupos realizaram 12 semanas de exercícios, com frequência bissemanal. Salsabili et al., (2011) também demonstraram melhoras no equilíbrio em indivíduos com DM2 e neuropatia associada, quando os mesmos treinaram exercícios específicos para esta variável. Uma meta-análise de Muehlbauer, Gollhofer, Granacher (2015) demonstrou que existem correlações pequenas entre medidas de equilíbrio e força muscular de membros inferiores em crianças, adolescentes e adultos jovens, de meia idade e idosos. Isso indica que esses componentes neuromusculares são independentes um do outro e, portanto, devem ser testados e treinados de forma complementar. Assim, parece haver outros fatores relacionados à melhora de equilíbrio, que não exclusivamente a força ou a potência dos membros inferiores, sendo necessário a realização de exercícios específicos para verificar efeitos significativos no equilíbrio.

A espessura muscular e a qualidade muscular por tensão específica do músculo quadríceps apresentaram melhoras nos dois grupos. A meta-análise de Lee, Kim e Kim. (2017) sugere que o treinamento de resistência muscular melhora significativamente a força e o controle glicêmico em pacientes idosos com DM2, mas os autores não reportam mudanças na massa muscular. Os autores sugerem que talvez para os idosos com DM2 é necessária ênfase maior na intensidade do treino, para gerar melhoras, tanto no controle glicêmico como ganhos na massa muscular. Embora grande parte dos benefícios do treino de potência seja decorrente de adaptações neurais, a presente investigação, do mesmo modo que prévios estudos (WALLERSTEIN et al., 2012; NOGUEIRA et al. 2009), observou hipertrofia significativa nos músculos extensores de joelho após um período de treinamento de potência muscular em indivíduos idosos saudáveis: foi verificado um incremento percentual de 2% no grupo controle (GC) e de 4,2% no grupo que treino potência muscular (GI), valores menores que os encontrados em estudos prévios. O incremento no presente estudo pode ter sido menor do que o observado em estudos prévios, em função das características do programa de treinamento (apenas um exercício para extensores de joelho), compreendendo um volume pequeno de treinamento para membros inferiores, sendo que o principal objetivo do treino não era a hipertrofia muscular, tendo sido utilizada uma intensidade variando de 30-60% de 1-RM. Incrementos na massa muscular, mesmo que pequenos, são de grande importância na população idosa diabética, principalmente pelo papel do tecido muscular esquelético na captação da glicose. O GC pode ter apresentado este incremento da espessura em função dos indivíduos que compuseram este grupo terem aumentado/modificado suas atividades de vida diária.

Para os valores de força máxima dinâmica, avaliado pelo teste de 1-RM (bilateral), ocorreram ganhos significativos de 34% para o GI após as 12 semanas de treinamento de potência muscular. Ibañez et al., (2005) encontraram, após 16 semanas de treino, incrementos de 17,1% no teste de 1-RM de meio agachamento. Outro estudo demonstrou aumentos significativos (18,5%) nos valores de 1RM para extensores de joelho, para o grupo que realizou 12 semanas de treino de força tradicional e de potência (MARSH et al., 2009). Reid et al., (2015) compararam duas intensidades, baixa e alta, de treinamento de potência muscular, e foi observado ganhos na extensão de joelhos em ambas as intensidades, porém os incrementos foram maiores no grupo que treinou em alta intensidade. Earles et al., (2001) encontraram incrementos maiores no teste de 1RM no *leg press* para o grupo que treinou potência (22%). Conforme já foi demonstrado, idosos diabéticos têm perda mais acentuada de força do que os não diabéticos (LEENDERS et al., 2013), bem como menores valores de força máxima (IJZERMAN et al., 2012). Assim, a melhora dessa variável com o treinamento de força é de suma importância, já que baixos níveis de força estão relacionados ao pior desempenho funcional (IJZERMAN et al., 2012) e ao risco de mortalidade (NEWMAN et al., 2006), bem como maior risco de desenvolver limitações de mobilidade (VISSER et al., 2005). Dados reportados na literatura ressaltam que a força máxima também é importante para o desenvolvimento da potência muscular (ENSRUD et al., 1994). Na mesma linha, estudos transversais reportaram que indivíduos com altos níveis de força máxima apresentam maior capacidade de produção de potência (CORMIE et al., 2010; STONE et al., 2003).

Como esperado, no salto vertical (CMJ), o GI apresentou incrementos após as 12 semanas de treinamento (24%). Ramírez-Campillo et al., (2014) compararam treinamento realizado em alta e baixa velocidade, encontrando um incremento de 23%

e 13%, respectivamente, para a altura do CMJ (12 semanas de treinamento, com mulheres idosas, utilizando cargas de 45-75% de 1-RM). Esses resultados sugerem que, em comparação com um treino tradicional de baixa velocidade, o treino de potência realizado em alta velocidade pode oferecer um maior efeito muscular em membros inferiores. Deve-se ressaltar, que a potência muscular está mais associada com o desempenho de atividades da vida diária do que a força (HAZELL et al., 2007). Outros dois estudos também demonstram incrementos no CMJ após um período de treinamento de potência (PEREIRA et al., (2012 e 2012a). As variáveis do salto: potência média e pico de potência, que foram obtidas por uma fórmula, apresentaram incrementos significativos para o GI. Sugere-se que em indivíduos idosos, a velocidade é o componente mais importante para o desenvolvimento da potência muscular (POJEDNIC et al., 2012), o que poderia explicar a melhora nestas variáveis.

Como hipótese, com o incremento da potência muscular, a capacidade funcional também demonstrou melhoras. Esses resultados corroboram resultados de outros estudos que também encontraram melhoras na execução dos mesmos testes quando utilizado o método de treinamento de potência muscular em idosos (BEAN et al., 2009; BEAN et al., 2010; EARLES et al., 2001). Reid et al., (2015) compararam duas intensidades de treino de potência muscular, baixa (40% de 1-RM) e alta (70% de 1-RM) e melhoras similares na bateria *SPPB* em ambos os grupos foram demonstradas. Os estudos citados acima foram realizados apenas com idosos saudáveis, porém, no presente estudos os idosos com DM2 também responderam de maneira positiva a este método de treinamento quando se trata de melhoras na capacidade funcional. Assim, a preservação da capacidade funcional deve ser especialmente abordada em pacientes idosos com diabetes, pois esses indivíduos estão em maior risco de desenvolvimento da síndrome da fragilidade e institucionalização. (SINCLAIR et al., 2012; ABDELHAFIZ,

SINCLAIR; 2013). Desde modo, podendo indicar que a potência muscular seja entendida como a variável mais determinante para o desempenho funcional, como também já demonstrado por outros autores também (SUZUKI et al., 2001; FOLDVARI et al., 2000).

A TPT não demonstrou melhoras significativas, determinando que os indivíduos não foram capazes de melhorar sua força explosiva. Sabe-se que existe um comprometimento maior de idosos com DM em produzir força rapidamente (SACHETTI et al., 2013), sendo demonstrado também que a atrofia das fibras musculares relacionada ao envelhecimento, diabetes e outros acometimentos, são mais direcionadas aos tipos de fibras oxidativas glicolíticas (WANGA e PESSIN, 2013). A composição estrutural musculoesquelética possui importante influência na TPT (MAFFIULLETTI et al., 2016). Neste sentido, a aumentada variabilidade na composição estrutural gera reflexão especulativa sobre o não incremento nesta variável em resposta ao treinamento proposto, sobretudo referente a uma população na qual a estrutura musculoesquelética é fortemente acometida. Ademais, diferentemente da impulsão vertical, na qual há execução multiarticular com mais de um grande grupo muscular de alto calibre envolvido (i.e., isquiostibiais, glúteos e quadríceps), a exclusiva ação de extensão de joelho envolvendo somente o quadríceps, o qual demonstra alta variação estrutural, pode explicar o comportamento neutro da TPT quanto comparada à variável de potência muscular de membros inferiores (i.e., altura de salto com contramovimento). Quanto ao pico de torque, ambos os grupos demonstraram aumentos significativos (GI=11,9%. GC= 6%). É possível que os indivíduos do GC tenham apresentado incrementos no pico de torque por terem alterado (aumentado) a complacência muscular durante o programa de alongamento muscular, deste modo melhorando a transferência de força para a contração muscular. Uma maior rigidez

muscular e complacência tendínea podem ser observadas com o processo de envelhecimento, exigindo uma maior ativação muscular para produzir força (BAUDRY et al., 2012). De maneira especulativa, esse pode ser um dos motivos pelos quais o GC também apresentou incrementos nesta variável.

Ibañez et al., (2005) demonstraram que os valores sanguíneos de HbA1c permaneceram inalterados após 16 semanas de treinamento de força em idosos com DM2. No presente estudo, esta variável apresentou melhoras em ambos os grupos (GI= 0,65%; GC= 0,21%), valores que estão próximos aos referidos por uma meta-análise recente (LEE, KIM e KIM, 2017) decorrentes da realização do treino de força, outra meta-análise também demonstrou que qualquer uma das três formas de treino (i.e. aeróbico, treino de força, ou ambos combinados) estruturados estão associadas ao controle dos níveis de HbA1c, considerando uma redução de 0,67%.

No estudo de Mavros et al. (2013), aquelas pessoas que apresentaram incrementos de massa muscular também foram as mesmas que mostraram redução dos valores de HbA1c. Os autores sugerem que o treinamento de potência muscular ocasionou aumentos na massa muscular esquelética e melhorou a saúde metabólica dos indivíduos. O aumento na massa muscular esquelética e a redução no tecido adiposo visceral alcançado através de um programa de treinamento de potência muscular melhora a homeostase de glicose. Considerando que, no presente estudo, os dois grupos tiveram incrementos na espessura e qualidade muscular, ambos reduziram seus níveis sanguíneos de HbA1c. Porém, se a atenuação da gordura visceral fosse maior, provavelmente seriam encontradas maiores alterações nas variáveis sanguíneas. Dentro disso, no estudo de Ibañez et al., (2005), foi reportada uma diminuição de 10,3% na gordura visceral em homens idosos diabéticos que treinaram

força tradicional associado com potência muscular. Porém, a intervenção teve duração de 16 semanas, sendo que o treino foi misto (i.e. treino de força tradicional + treinamento de potência muscular). Neste estudo, foram avaliados apenas homens e a imagem muscular foi obtida por tomografia computadorizada, diferente do presente estudo, em que as imagens foram obtidas por ultrassonografia, e sem grupo controle para comparação. Mavros et al., (2013) também encontraram diminuição da gordura visceral nos idosos com DM2, não havendo diferença entre a redução da gordura visceral no grupo de treino de potência e no grupo *sham*. A intervenção foi realizada ao longo de 12 meses e as imagens também foram avaliadas por tomografia. Diferente dos estudos acima, em nosso estudo não encontramos redução significativa na gordura visceral, e acredita-se que o tempo de treinamento pode ter contribuído para a não observância de melhoras, sendo que os dois estudos citados anteriormente tiveram tempos de intervenção maiores (16 semanas e 12 meses, respectivamente). Ou, segundo meta-análise de Ismail et al. (2011), possivelmente o método mais eficiente para a redução da gordura visceral seja o exercício aeróbico.

O efeito do exercício é bastante variado e depende de diferentes fatores, como o volume do exercício, a intensidade, o tipo e as complicações associadas. Todos esses fatores modificam o efeito do exercício na gordura visceral, uma vez que ainda não existe clareza sobre a manipulação das variáveis do treino para atingir os resultados esperados em relação à gordura visceral.

Com relação ao perfil lipídico, não ocorreram mudanças nos níveis séricos de triglicerídeos e glicemia de jejum, sendo que os níveis de HDL melhoraram em ambos os grupos (GI= 21%, GC= 9%). O colesterol total e LDL apresentaram apenas efeito do grupo. Diferente do que Ibañez et al., (2005) demonstraram em seu estudo,

observando uma diminuição significativa nos níveis da glicemia de jejum (7,1%) após treinamento de força com diabéticos. Apesar dos participantes do presente estudo não serem caracterizados como dislipidêmicos, o DM2 é acompanhado por uma série de alterações e, alguns fatores de risco, incluindo dislipidemia, hipertensão e doença cardiovascular (PESTA et al., 2017).

Em relação aos estudos prévios encontrados na literatura com diabéticos, os resultados com relação à melhora do perfil lipídico e dos níveis de triglicerídeos são divergentes. Egger et al. (2012) mostraram uma melhora no perfil lipídico com o treinamento de força de alta intensidade. Estudo de Sigal et al. (2007) não mostraram melhora do perfil lipídico com o treinamento de força. Da mesma forma em estudo de Castaneda et al. (2002) não ocorreram diferenças significativas entre o grupo de treino de força e controle para as variáveis colesterol total, colesterol LDL e colesterol HDL. Contrapondo esses resultados, em estudo de Bacchi et al. (2012), houve melhora nos valores de colesterol HDL e triglicerídeos tanto no grupo de treino aeróbico, como no grupo de treino de força, após quatro meses de treinamento. Melhorias também foram demonstrados em estudo de Bazzuchi et al. (2015) para o colesterol total, triglicerídeos e colesterol LDL, mas não no colesterol HDL, pós 16 semanas de treino combinado.

Deve-se ressaltar que as alterações nos níveis sanguíneos das variáveis bioquímicas não podem ser justificadas apenas pelo efeito do treinamento, sendo isso identificado a partir das alterações observadas também no GC, as quais podem ter ocorrido em decorrência de um conjunto de outros fatores (i.e. psicológicos, hábitos de vida, etc.). Outro ponto importante foi que não houve acompanhamento nutricional durante o estudo, e isso pode ter interferido nos resultados após as 12 semanas de intervenção.



Quanto ao questionário DQOL, apenas o GC apresentou uma melhora na pontuação total do questionário após a intervenção. A relação entre uma qualidade de vida reduzida e a doença pode ser esperada, porque o DM afeta importantes aspectos da saúde física, tais como visão, sensibilidade nas extremidades e a capacidade de realizar as atividades de vida diária (AWOTIDEBE et al., 2017). O tratamento e o controle da doença podem afetar os aspectos anteriormente descritos e consequentemente melhorar a qualidade de vida. Estudos demonstraram que métodos de treinamento de força e/ou aeróbico melhoraram a qualidade de vida de diabéticos (BAPTISTA et al., 2017). Ou seja, a prática de atividade física ou exercício é importante para a melhora da qualidade de vida em diabéticos. Porém, o programa de treinamento de potência muscular não foi eficaz em melhorar a qualidade de vida dos sujeitos, embora os participantes deste grupo (GI) não apresentassem um nível baixo de qualidade de vida no início do estudo. Já para o GC, apenas com o alongamento muscular pode-se observar uma melhora na qualidade de vida. Parece que o simples fato de realizar algum tipo de exercício físico é capaz de promover mudanças na qualidade de vida de idosos com DM2.

Por fim, uma revisão atual de Pesta et al., (2017) demonstra que para ganhos na massa muscular o treinamento de força deve ter maior intensidade e, para melhora na capacidade de oxidação mitocondrial, o treino de força deve ser de baixa intensidade ou de *endurance*. Assim, o treino físico para idosos com DM2 deveria associar o treino de força e *endurance*, possibilitando melhorias na saúde metabólica geral, com consequente redução na concentração sanguínea de citocinas pró-inflamatórias e gordura visceral, associando-se também a mudanças na resistência à insulina e controle glicêmico destes indivíduos.

#### 4.1.5 CONCLUSÃO

O método de treinamento de potência muscular foi capaz de promover melhoras nos testes de equilíbrio dinâmico (alcance funcional), na bateria de testes funcionais (*SPPB*), no salto com contra movimento (CMJ) e no teste de força máxima dinâmica (1-RM), demonstrando ser um método de treinamento importante e eficaz para esta população. Além disso, ocorreram outros ganhos significativos na qualidade e espessura muscular, no pico de torque e nas variáveis sanguíneas de hemoglobina glicada, glicemia de jejum e colesterol total, para os dois grupos (treinamento de potência muscular e alongamento).

#### 4.1.6 REFERÊNCIAS

AAGAARD, Per et al. Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. **Journal of applied physiology**, v. 93, n. 4, p. 1318-1326, 2002.

ALFIERI, F. M. et al. Use of clinical tests for verification of postural control in healthy elderly submitted to physical exercise programs. **Acta Fisiátrica**, v. 17, n. 4, p. 153-8, 2010.

ALLET, Lara et al. Gait alterations of diabetic patients while walking on different surfaces. **Gait & posture**, v. 29, n. 3, p. 488-493, 2009.

AWOTIDEBE, Taofeek O. et al. Relationship between functional capacity and health-related quality of life of patients with type—2 diabetes. **Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews**, v. 11, n. 1, p. 1-5, 2017.

BACCHI, Elisabetta et al. Metabolic effects of aerobic training and resistance training in type 2 diabetic subjects. **Diabetes care**, v. 35, n. 4, p. 676-682, 2012.

BAPTISTA, Liliana C.; MACHADO-RODRIGUES, Aristides M.; MARTINS, Raul A. Exercise but not metformin improves health-related quality of life and mood states in older adults with type 2 diabetes. **European Journal of Sport Science**, v. 17, n. 6, p. 794-804, 2017.

BAUDRY, Stéphane; LECOEVRE, Geoffrey; DUCHATEAU, Jacques. Age-related changes in the behavior of the muscle-tendon unit of the gastrocnemius medialis during upright stance. **Journal of applied physiology**, v. 112, n. 2, p. 296-304, 2012.

BAZZUCCHI, Ilenia et al. Effect of exercise training on neuromuscular function of elbow flexors and knee extensors of type 2 diabetic patients. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 25, n. 5, p. 815-823, 2015.

BEAN, Jonathan F. et al. Are changes in leg power responsible for clinically meaningful improvements in mobility in older adults?. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 58, n. 12, p. 2363-2368, 2010.

BEAN, Jonathan F. et al. Increased velocity exercise specific to task training versus the National Institute on Aging's strength training program: changes in limb power and mobility. **Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences**, v. 64, n. 9, p. 983-991, 2009.

BONNET, Cédric; CARELLO, Claudia; TURVEY, M. T. Diabetes and postural stability: review and hypotheses. **Journal of motor behavior**, v. 41, n. 2, p. 172-192, 2009.

BOTTARO, Martim et al. Effect of high versus low-velocity resistance training on muscular fitness and functional performance in older men. **European journal of applied physiology**, v. 99, n. 3, p. 257-264, 2007.

BROOKS, Naomi et al. Strength training improves muscle quality and insulin sensitivity in Hispanic older adults with type 2 diabetes. **International journal of medical sciences**, v. 4, n. 1, p. 19, 2007.

CADORE, Eduardo Lusa et al. Echo intensity is associated with skeletal muscle power and cardiovascular performance in elderly men. **Experimental gerontology**, v. 47, n. 6, p. 473-478, 2012.

CASTANEDA, Carmen et al. A randomized controlled trial of resistance exercise training to improve glycemic control in older adults with type 2 diabetes. **Diabetes care**, v. 25, n. 12, p. 2335-2341, 2002.

CENTOMO, H. et al. Postural control following a self-initiated reaching task in type 2 diabetic patients and age-matched controls. **Gait & posture**, v. 25, n. 4, p. 509-514, 2007.

CLARK, Brian C.; MANINI, Todd M. What is dynapenia?. **Nutrition**, v. 28, n. 5, p. 495-503, 2012.

CORMIE, Prue; MCGUIGAN, Michael R.; NEWTON, Robert U. Adaptations in athletic performance after ballistic power versus strength training. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 42, n. 8, p. 1582-1598, 2010. FRIEDEWALD, William T.; LEVY, Robert I.;

CORRER, Cassyano Januário et al. Translation to Portuguese and validation of the Diabetes Quality of life measure (DQOL-Brazil). **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v. 52, n. 3, p. 515-522, 2008.

DESCHENES, Michael R. Effects of aging on muscle fibre type and size. **Sports Medicine**, v. 34, n. 12, p. 809-824, 2004.

DINIZ, Angélica Lemos Debs et al. Avaliação da reprodutibilidade ultrassonográfica como método para medida da gordura abdominal e visceral. **Radiologia Brasileira**, v. 42, n. 6, p. 353-357, 2009.

DUNCAN, Pamela W. et al. Functional reach: a new clinical measure of balance. **Journal of gerontology**, v. 45, n. 6, p. M192-M197, 1990.

DUNSTAN, David W. et al. High-intensity resistance training improves glycemic control in older patients with type 2 diabetes. **Diabetes care**, v. 25, n. 10, p. 1729-1736, 2002.

EARLES, Donald R.; JUDGE, James O.; GUNNARSSON, Olafur T. Velocity training induces power-specific adaptations in highly functioning older adults. **Archives of physical medicine and rehabilitation**, v. 82, n. 7, p. 872-878, 2001.

ENSRUD, Kristine E. et al. Correlates of impaired function in older women. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 42, n. 5, p. 481-489, 1994.

FOLDVARI, Mona et al. Association of muscle power with functional status in community-dwelling elderly women. **The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 55, n. 4, p. M192-M199, 2000.

FREDRICKSON, Donald S. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. **Clinical chemistry**, v. 18, n. 6, p. 499-502, 1972.

FRONTERA, Walter R. et al. Aging of skeletal muscle: a 12-yr longitudinal study. **Journal of applied physiology**, v. 88, n. 4, p. 1321-1326, 2000.

GEIRSDOTTIR, O. G. et al. Effect of 12-week resistance exercise program on body composition, muscle strength, physical function, and glucose metabolism in healthy, insulin-resistant, and diabetic elderly Icelanders. **Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences**, v. 67, n. 11, p. 1259-1265, 2012.

GURALNIK, Jack M. et al. Lower-extremity function in persons over the age of 70 years as a predictor of subsequent disability. **New England Journal of Medicine**, v. 332, n. 9, p. 556-562, 1995.

HARMAN, Everett A. et al. Estimation of Human Power Outreinoamento de potência muscularut from Vertical Jump. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 5, n. 3, p. 116-120, 1991.

HORAK, Fay B.; HENRY, Sharon M.; SHUMWAY-COOK, Anne. Postural perturbations: new insights for treatment of balance disorders. **Physical therapy**, v. 77, n. 5, p. 517-533, 1997.

IBAÑEZ, Javier et al. Twice-weekly progressive resistance training decreases abdominal fat and improves insulin sensitivity in older men with type 2 diabetes. **Diabetes care**, v. 28, n. 3, p. 662-667, 2005.

IJZERMAN, T. Herman et al. Lower extremity muscle strength is reduced in people with type 2 diabetes, with and without polyneuropathy, and is associated with impaired mobility and reduced quality of life. **Diabetes research and clinical practice**, v. 95, n. 3, p. 345-351, 2012.

ISMAIL, Irfan et al. A systematic review and meta-analysis of the effect of aerobic vs. resistance exercise training on visceral fat. **Obesity reviews**, v. 13, n. 1, p. 68-91, 2012.

IZQUIERDO, M. et al. Maximal and explosive force production capacity and balance performance in men of different ages. **European journal of applied physiology and occupational physiology**, v. 79, n. 3, p. 260-267, 1999.

KALYANI, Rita Rastogi; CORRIERE, Mark; FERRUCCI, Luigi. Age-related and disease-related muscle loss: the effect of diabetes, obesity, and other diseases. **The lancet Diabetes & endocrinology**, v. 2, n. 10, p. 819-829, 2014.

KALYANI, Rita Rastogi et al. Association of diabetes, comorbidities, and A1c with functional disability in older adults. **Diabetes care**, v. 33, n. 5, p. 1055-1060, 2010

KAWAMORI, Naoki; HAFF, G. Gregory. The optimal training load for the development of muscular power. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 18, n. 3, p. 675-684, 2004.

LEE, JungHoon; KIM, DoHoun; KIM, ChangKeun. Resistance Training for Glycemic Control, Muscular Strength, and Lean Body Mass in Old Type 2 Diabetic Patients: A Meta-Analysis. **Diabetes Therapy**, p. 1-15, 2017.

LEENDERS, Marika et al. Patients with type 2 diabetes show a greater decline in muscle mass, muscle strength, and functional capacity with aging. **Journal of the American Medical Directors Association**, v. 14, n. 8, p. 585-592, 2013.

LOPES, Paula Born et al. Strength and power training effects on lower limb force, functional capacity, and static and dynamic balance in older female adults. **Rejuvenation research**, v. 19, n. 5, p. 385-393, 2016.

MAFFIULETTI, Nicola A. et al. Rate of force development: physiological and methodological considerations. **European journal of applied physiology**, v. 116, n. 6, p. 1091-1116, 2016.

MARSH, Anthony P. et al. Lower extremity muscle function after strength or power training in older adults. **Journal of aging and physical activity**, v. 17, n. 4, p. 416-443, 2009.

MAVROS, Yorgi et al. Changes in insulin resistance and HbA1c are related to exercise-mediated changes in body composition in older adults with type 2 diabetes. **Diabetes Care**, v. 36, n. 8, p. 2372-2379, 2013.

MOURA, Mariana et al. Efeitos de exercícios resistidos, de equilíbrio e alongamentos sobre a mobilidade funcional de idosas com baixa massa óssea. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, v. 17, n. 6, p. 474-484, 2013.

MUEHLBAUER, Thomas et al. Relationship between strength, power and balance performance in seniors. **Gerontology**, v. 58, n. 6, p. 504-512, 2012.

NAKANO, Marcia Mariko et al. Versão brasileira da Short Physical Performance Battery? SPPB: adaptação cultural e estudo da confiabilidade. 2007.

NEWMAN, Anne B. et al. Strength, but not muscle mass, is associated with mortality in the health, aging and body composition study cohort. **The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 61, n. 1, p. 72-77, 2006.

NOGUEIRA, W. et al. Effects of power training on muscle thickness of older men. **International journal of sports medicine**, v. 30, n. 03, p. 200-204, 2009.

ORR, Rhonda et al. Power training improves balance in healthy older adults. **The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 61, n. 1, p. 78-85, 2006.

PARK, Seok Won et al. Excessive loss of skeletal muscle mass in older adults with type 2 diabetes. **Diabetes care**, v. 32, n. 11, p. 1993-1997, 2009.

PEREIRA, Ana et al. Effects of high-speed power training on functional capacity and muscle performance in older women. **Experimental gerontology**, v. 47, n. 3, p. 250-255, 2012.

PEREIRA, Ana et al. Muscle performance and functional capacity retention in older women after high-speed power training cessation. **Experimental gerontology**, v. 47, n. 8, p. 620-624, 2012.

PESTA, Dominik H. et al. Resistance training to improve type 2 diabetes: working toward a prescription for the future. **Nutrition & Metabolism**, v. 14, n. 1, p. 24, 2017.

PILLEN, Sigrid et al. Skeletal muscle ultrasonography: visual versus quantitative evaluation. **Ultrasound in medicine & biology**, v. 32, n. 9, p. 1315-1321, 2006.

POJEDNIC, Rachele M. et al. The specific contributions of force and velocity to muscle power in older adults. **Experimental gerontology**, v. 47, n. 8, p. 608-613, 2012.

RADAELLI, R. et al. Effect of two different strength training volumes on muscle hypertrophy and quality in elderly women. **J Sports Med Phys Fitness**, v. 53, p. 1-2, 2013.

RAMÍREZ-CAMPILLO, Rodrigo et al. High-speed resistance training is more effective than low-speed resistance training to increase functional capacity and muscle performance in older women. **Experimental gerontology**, v. 58, p. 51-57, 2014.

RECH, Anderson et al. Echo intensity is negatively associated with functional capacity in older women. **Age**, v. 36, n. 5, p. 9708, 2014.

REID, Kieran F. et al. Comparative effects of light or heavy resistance power training for improving lower extremity power and physical performance in mobility-limited older

adults. **Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences**, v. 70, n. 3, p. 374-380, 2014.

REID, Kieran F. et al. Muscle power failure in mobility-limited older adults: preserved single fiber function despite lower whole muscle size, quality and rate of neuromuscular activation. **European journal of applied physiology**, v. 112, n. 6, p. 2289-2301, 2012.

SACCHETTI, Massimo et al. Neuromuscular dysfunction in diabetes: role of nerve impairment and training status. **Med Sci Sports Exerc**, v. 45, n. 1, p. 52-9, 2013.

SAHALY, R. et al. Maximal voluntary force and rate of force development in humans—importance of instruction. **European Journal of Applied Physiology**, v. 85, n. 3, p. 345-350, 2001.

SALSABILI, Hoda; FOROGH, Bijan; RAJABALI, Sanaz. Dynamic stability training improves standing balance control in neuropathic patients with type 2 diabetes. **Journal of rehabilitation research and development**, v. 48, n. 7, p. 775, 2011.

SIGAL, Ronald J. et al. Effects of Aerobic Training, Resistance Training, or Both on Glycemic Control in Type 2 DiabetesA Randomized TrialEffects of Aerobic and Resistance Training on Glycemic Control in Type 2 Diabetes. **Annals of internal medicine**, v. 147, n. 6, p. 357-369, 2007.

STONE, Michael H. et al. Power and maximum strength relationships during performance of dynamic and static weighted jumps. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 17, n. 1, p. 140-147, 2003.

SUZUKI, Toshimi; BEAN, Jonathan F.; FIELDING, Roger A. Muscle power of the ankle flexors predicts functional performance in community-dwelling older women. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 49, n. 9, p. 1161-1167, 2001.

TIEDEMANN, Anne et al. The comparative ability of eight functional mobility tests for predicting falls in community-dwelling older people. **Age and ageing**, v. 37, n. 4, p. 430-435, 2008.

UMPIERRE, Daniel et al. Physical activity advice only or structured exercise training and association with HbA1c levels in type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. **Jama**, v. 305, n. 17, p. 1790-1799, 2011.

VANDERVOORT, Anthony A. Aging of the human neuromuscular system. **Muscle & nerve**, v. 25, n. 1, p. 17-25, 2002.

VERDIJK, Lex B. et al. Satellite cells in human skeletal muscle; from birth to old age. **Age**, v. 36, n. 2, p. 545-557, 2014.

VISSER, Marjolein et al. Muscle mass, muscle strength, and muscle fat infiltration as predictors of incident mobility limitations in well-functioning older persons. **The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 60, n. 3, p. 324-333, 2005.

VOLPATO, Stefano et al. Role of muscle mass and muscle quality in the association between diabetes and gait speed. **Diabetes care**, v. 35, n. 8, p. 1672-1679, 2012.

WALLERSTEIN, Lilian França et al. Effects of strength and power training on neuromuscular variables in older adults. **Journal of aging and physical activity**, v. 20, n. 2, p. 171-185, 2012.

WANG, Yichen; PESSIN, Jeffrey E. Mechanisms for fiber-type specificity of skeletal muscle atrophy. **Current opinion in clinical nutrition and metabolic care**, v. 16, n. 3, p. 243, 2013.

WATANABE, Yuya et al. Echo intensity obtained from ultrasonography images reflecting muscle strength in elderly men. **Clinical interventions in aging**, v. 8, p. 993, 2013.

### Limitações do Estudo

O presente estudo possui algumas limitações. O critério de inclusão dos pacientes, adotado neste estudo, baseado em valores superiores a 6,5% da HbA1c pode ter influenciado os resultados, uma vez que pior condição neuromuscular está associada com valores mais altos de HbA1c (>8%), o que pode ter minimizado os efeitos do treinamento sobre algumas variáveis. Mas devido à dificuldade de recrutamento de pacientes com valores de HbA1c acima de 7,5% foi necessário reduzir o valor mínimo adotado como critério de inclusão no presente estudo (6,5%). A limitação é que talvez a magnitude de melhora não tenha sido tão grande porque os sujeitos faziam controle glicêmico e tinham valores iniciais baixos de HbA1c, bem como, não se conhecem os efeitos deste método de treinamento em indivíduos mais agravados pela doença.

Os indivíduos foram orientados a não realizar modificações nos seus hábitos alimentares, no entanto, não realizamos controle alimentar dos participantes durante o período de treinamento.

### 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS



O programa de treino de potência muscular proposto nesse estudo foi capaz de melhorar o teste de equilíbrio dinâmico, os testes funcionais, o salto com contra movimento (CMJ) e a força máxima dinâmica, demonstrando ser um método de treinamento importante e eficaz para esta população. Além disso, outros ganhos significativos foram observados, a qualidade e espessura muscular, o pico de torque e as variáveis sanguíneas de hemoglobina glicada e HDL para os dois grupos após as 12 semanas de intervenção. A hipótese que orientou esta pesquisa é que o treinamento de potência proporcionaria melhorias nos parâmetros neuromusculares, os quais induziriam benefícios no equilíbrio e na funcionalidade, além da expectativa de incrementos paralelos em parâmetros sanguíneos e qualidade de vida destes idosos. A hipótese foi contemplada em alguns pontos, no entanto, não em todos os esperados, sugerindo que para alcançar resultados mais significativos com esta população, possivelmente seria necessário um período de treinamento maior.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AAGAARD, Per et al. Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. **Journal of applied physiology**, v. 93, n. 4, p. 1318-1326, 2002.

AAGAARD, Per et al. Role of the nervous system in sarcopenia and muscle atrophy with aging: strength training as a countermeasure. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, v. 20, n. 1, p. 49-64, 2010.

ALFIERI, F. M. et al. Use of clinical tests for verification of postural control in healthy elderly submitted to physical exercise programs. **Acta Fisiátrica**, v. 17, n. 4, p. 153-8, 2010.

ALLET, Lara et al. Gait alterations of diabetic patients while walking on different surfaces. **Gait & posture**, v. 29, n. 3, p. 488-493, 2009.

AWOTIDEBE, Taofeek O. et al. Relationship between functional capacity and health-related quality of life of patients with type—2 diabetes. **Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews**, v. 11, n. 1, p. 1-5, 2017.

BACCHI, Elisabetta et al. Metabolic effects of aerobic training and resistance training in type 2 diabetic subjects. **Diabetes care**, v. 35, n. 4, p. 676-682, 2012.

BAPTISTA, Liliana C.; MACHADO-RODRIGUES, Aristides M.; MARTINS, Raul A. Exercise but not metformin improves health-related quality of life and mood states in older adults with type 2 diabetes. **European Journal of Sport Science**, v. 17, n. 6, p. 794-804, 2017.

BAUDRY, Stéphane; LECOEVRE, Geoffrey; DUCHATEAU, Jacques. Age-related changes in the behavior of the muscle-tendon unit of the gastrocnemius medialis during upright stance. **Journal of applied physiology**, v. 112, n. 2, p. 296-304, 2012.

BAZZUCCHI, Ilenia et al. Effect of exercise training on neuromuscular function of elbow flexors and knee extensors of type 2 diabetic patients. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 25, n. 5, p. 815-823, 2015.

BEAN, Jonathan F. et al. Are changes in leg power responsible for clinically meaningful improvements in mobility in older adults?. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 58, n. 12, p. 2363-2368, 2010.

BEAN, Jonathan F. et al. Increased velocity exercise specific to task training versus the National Institute on Aging's strength training program: changes in limb power and mobility. **Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences**, v. 64, n. 9, p. 983-991, 2009.

BONNET, Cédric; CARELLO, Claudia; TURVEY, M. T. Diabetes and postural stability: review and hypotheses. **Journal of motor behavior**, v. 41, n. 2, p. 172-192, 2009.

BOTTARO, Martim et al. Effect of high versus low-velocity resistance training on muscular fitness and functional performance in older men. **European journal of applied physiology**, v. 99, n. 3, p. 257-264, 2007.

BROOKS, Naomi et al. Strength training improves muscle quality and insulin sensitivity in Hispanic older adults with type 2 diabetes. **International journal of medical sciences**, v. 4, n. 1, p. 19, 2007.

CADORE, Eduardo Lusa et al. Echo intensity is associated with skeletal muscle power and cardiovascular performance in elderly men. **Experimental gerontology**, v. 47, n. 6, p. 473-478, 2012.

CASTANEDA, Carmen et al. A randomized controlled trial of resistance exercise training to improve glycemic control in older adults with type 2 diabetes. **Diabetes care**, v. 25, n. 12, p. 2335-2341, 2002.

CENTOMO, H. et al. Postural control following a self-initiated reaching task in type 2 diabetic patients and age-matched controls. **Gait & posture**, v. 25, n. 4, p. 509-514, 2007.

CLARK, Brian C.; MANINI, Todd M. What is dynapenia?. **Nutrition**, v. 28, n. 5, p. 495-503, 2012.

CLARK, David J. et al. Muscle performance and physical function are associated with voluntary rate of neuromuscular activation in older adults. **Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences**, v. 66, n. 1, p. 115-121, 2011.

CORMIE, Prue; MCGUIGAN, Michael R.; NEWTON, Robert U. Adaptations in athletic performance after ballistic power versus strength training. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 42, n. 8, p. 1582-1598, 2010.

CORRER, Cassyano Januário et al. Translation to Portuguese and validation of the Diabetes Quality of life measure (DQOL-Brazil). **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v. 52, n. 3, p. 515-522, 2008.

COTTER, M. et al. EFFECTS OF LONG-TERM STREPTOZOTOCIN DIABETES ON THE CONTRACTILE AND HISTOCHEMICAL PROPERTIES OF RAT MUSCLES. **Experimental Physiology**, v. 74, n. 1, p. 65-74, 1989.

DESCHENES, Michael R. Effects of aging on muscle fibre type and size. **Sports Medicine**, v. 34, n. 12, p. 809-824, 2004.

DIABETES PREVENTION PROGRAM RESEARCH GROUP et al. Reduction in the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention or metformin. **N Engl J Med**, v. 2002, n. 346, p. 393-403, 2002.

DIABETES, SBd. Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes (2015–2016). **Sao Paulo: AC Farmacêutica**, 2013.

DINIZ, Angélica Lemos Debs et al. Avaliação da reprodutibilidade ultrassonográfica como método para medida da gordura abdominal e visceral. **Radiologia Brasileira**, v. 42, n. 6, p. 353-357, 2009.

DUNCAN, Pamela W. et al. Functional reach: a new clinical measure of balance. **Journal of gerontology**, v. 45, n. 6, p. M192-M197, 1990.

DUNSTAN, David W. et al. High-intensity resistance training improves glycemic control in older patients with type 2 diabetes. **Diabetes care**, v. 25, n. 10, p. 1729-1736, 2002.

EARLES, Donald R.; JUDGE, James O.; GUNNARSSON, Olafur T. Velocity training induces power-specific adaptations in highly functioning older adults. **Archives of physical medicine and rehabilitation**, v. 82, n. 7, p. 872-878, 2001.

ENSRUD, Kristine E. et al. Correlates of impaired function in older women. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 42, n. 5, p. 481-489, 1994.

FOLDVARI, Mona et al. Association of muscle power with functional status in community-dwelling elderly women. **The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 55, n. 4, p. M192-M199, 2000.

FRIEDEWALD, William T.; LEVY, Robert I.; FREDRICKSON, Donald S. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. **Clinical chemistry**, v. 18, n. 6, p. 499-502, 1972.

FRONTERA, Walter R. et al. Aging of skeletal muscle: a 12-yr longitudinal study. **Journal of applied physiology**, v. 88, n. 4, p. 1321-1326, 2000.

GEIRSDOTTIR, O. G. et al. Effect of 12-week resistance exercise program on body composition, muscle strength, physical function, and glucose metabolism in healthy, insulin-resistant, and diabetic elderly Icelanders. **Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences**, v. 67, n. 11, p. 1259-1265, 2012.

GOODPASTER, Bret H. et al. Attenuation of skeletal muscle and strength in the elderly: The Health ABC Study. **Journal of Applied Physiology**, v. 90, n. 6, p. 2157-2165, 2001.

GURALNIK, Jack M. et al. Lower-extremity function in persons over the age of 70 years as a predictor of subsequent disability. **New England Journal of Medicine**, v. 332, n. 9, p. 556-562, 1995.

HARMAN, Everett A. et al. Estimation of Human Power Outreinamento de potência muscularut from Vertical Jump. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 5, n. 3, p. 116-120, 1991.

HORAK, Fay B.; HENRY, Sharon M.; SHUMWAY-COOK, Anne. Postural perturbations: new insights for treatment of balance disorders. **Physical therapy**, v. 77, n. 5, p. 517-533, 1997.

IBAÑEZ, Javier et al. Twice-weekly progressive resistance training decreases abdominal fat and improves insulin sensitivity in older men with type 2 diabetes. **Diabetes care**, v. 28, n. 3, p. 662-667, 2005.

IDF: INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION. IDF diabetes atlas. 7ª edição. 2015.

IJZERMAN, T. Herman et al. Lower extremity muscle strength is reduced in people with type 2 diabetes, with and without polyneuropathy, and is associated with impaired mobility and reduced quality of life. **Diabetes research and clinical practice**, v. 95, n. 3, p. 345-351, 2012.

ISMAIL, Irfan et al. A systematic review and meta-analysis of the effect of aerobic vs. resistance exercise training on visceral fat. **Obesity reviews**, v. 13, n. 1, p. 68-91, 2012.

IZQUIERDO, M. et al. Maximal and explosive force production capacity and balance performance in men of different ages. **European journal of applied physiology and occupational physiology**, v. 79, n. 3, p. 260-267, 1999.

KALAPOTHARAKOS, Vasilios I. et al. Effects of a heavy and a moderate resistance training on functional performance in older adults. **Journal of strength and conditioning research**, v. 19, n. 3, p. 652, 2005.

KALYANI, Rita Rastogi; CORRIERE, Mark; FERRUCCI, Luigi. Age-related and disease-related muscle loss: the effect of diabetes, obesity, and other diseases. **The lancet Diabetes & endocrinology**, v. 2, n. 10, p. 819-829, 2014.

KALYANI, Rita Rastogi et al. Association of diabetes, comorbidities, and A1c with functional disability in older adults. **Diabetes care**, v. 33, n. 5, p. 1055-1060, 2010

KAWAMORI, Naoki; HAFF, G. Gregory. The optimal training load for the development of muscular power. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 18, n. 3, p. 675-684, 2004.

LEE, JungHoon; KIM, DoHoun; KIM, ChangKeun. Resistance Training for Glycemic Control, Muscular Strength, and Lean Body Mass in Old Type 2 Diabetic Patients: A Meta-Analysis. **Diabetes Therapy**, p. 1-15, 2017.

LEENDERS, Marika et al. Patients with type 2 diabetes show a greater decline in muscle mass, muscle strength, and functional capacity with aging. **Journal of the American Medical Directors Association**, v. 14, n. 8, p. 585-592, 2013.

LOPES, Paula Born et al. Strength and power training effects on lower limb force, functional capacity, and static and dynamic balance in older female adults. **Rejuvenation research**, v. 19, n. 5, p. 385-393, 2016.

MARSH, Anthony P. et al. Lower extremity muscle function after strength or power training in older adults. **Journal of aging and physical activity**, v. 17, n. 4, p. 416-443, 2009.

MAVROS, Yorgi et al. Changes in insulin resistance and HbA1c are related to exercise-mediated changes in body composition in older adults with type 2 diabetes. **Diabetes Care**, v. 36, n. 8, p. 2372-2379, 2013.

MISZKO, Tanya A. et al. Effect of strength and power training on physical function in community-dwelling older adults. **The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 58, n. 2, p. M171-M175, 2003.

MOURA, Mariana et al. Efeitos de exercícios resistidos, de equilíbrio e alongamentos sobre a mobilidade funcional de idosos com baixa massa óssea. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, v. 17, n. 6, p. 474-484, 2013.

MUEHLBAUER, Thomas et al. Relationship between strength, power and balance performance in seniors. **Gerontology**, v. 58, n. 6, p. 504-512, 2012.

NAKANO, Marcia Mariko et al. Versão brasileira da Short Physical Performance Battery? SPPB: adaptação cultural e estudo da confiabilidade. 2007.

NARICI, Marco Vincenzo et al. Changes in force, cross-sectional area and neural activation during strength training and detraining of the human quadriceps. **European journal of applied physiology and occupational physiology**, v. 59, n. 4, p. 310-319, 1989.

NEWMAN, Anne B. et al. Strength, but not muscle mass, is associated with mortality in the health, aging and body composition study cohort. **The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 61, n. 1, p. 72-77, 2006.

NOGUEIRA, W. et al. Effects of power training on muscle thickness of older men. **International journal of sports medicine**, v. 30, n. 03, p. 200-204, 2009.

ORR, Rhonda et al. Power training improves balance in healthy older adults. **The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 61, n. 1, p. 78-85, 2006.

PARK, Seok Won et al. Excessive loss of skeletal muscle mass in older adults with type 2 diabetes. **Diabetes care**, v. 32, n. 11, p. 1993-1997, 2009.

PAULUS, Stephen F.; GROSSIE, J. Skeletal muscle in alloxan diabetes: a comparison of isometric contractions in fast and slow muscle. **Diabetes**, v. 32, n. 11, p. 1035-1039, 1983.

PEREIRA, Ana et al. Effects of high-speed power training on functional capacity and muscle performance in older women. **Experimental gerontology**, v. 47, n. 3, p. 250-255, 2012.

PEREIRA, Ana et al. Muscle performance and functional capacity retention in older women after high-speed power training cessation. **Experimental gerontology**, v. 47, n. 8, p. 620-624, 2012.

PESTA, Dominik H. et al. Resistance training to improve type 2 diabetes: working toward a prescription for the future. **Nutrition & Metabolism**, v. 14, n. 1, p. 24, 2017.

PILLEN, Sigrid et al. Skeletal muscle ultrasonography: visual versus quantitative evaluation. **Ultrasound in medicine & biology**, v. 32, n. 9, p. 1315-1321, 2006.

POJEDNIC, Rachele M. et al. The specific contributions of force and velocity to muscle power in older adults. **Experimental gerontology**, v. 47, n. 8, p. 608-613, 2012.

RADAELLI, R. et al. Effect of two different strength training volumes on muscle hypertrophy and quality in elderly women. **J Sports Med Phys Fitness**, v. 53, p. 1-2, 2013.

RAMÍREZ-CAMPILLO, Rodrigo et al. High-speed resistance training is more effective than low-speed resistance training to increase functional capacity and muscle performance in older women. **Experimental gerontology**, v. 58, p. 51-57, 2014.

RECH, Anderson et al. Echo intensity is negatively associated with functional capacity in older women. **Age**, v. 36, n. 5, p. 9708, 2014.

REID, Kieran F. et al. Comparative effects of light or heavy resistance power training for improving lower extremity power and physical performance in mobility-limited older adults. **Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences**, v. 70, n. 3, p. 374-380, 2014.

REID, Kieran F. et al. Muscle power failure in mobility-limited older adults: preserved single fiber function despite lower whole muscle size, quality and rate of neuromuscular activation. **European journal of applied physiology**, v. 112, n. 6, p. 2289-2301, 2012.

ROOS, Martin R.; RICE, Charles L.; VANDERVOORT, Anthony A. Age-related changes in motor unit function. **Muscle & nerve**, v. 20, n. 6, p. 679-690, 1997.

SACCHETTI, Massimo et al. Neuromuscular dysfunction in diabetes: role of nerve impairment and training status. **Med Sci Sports Exerc**, v. 45, n. 1, p. 52-9, 2013.

SAHALY, R. et al. Maximal voluntary force and rate of force development in humans—importance of instruction. **European Journal of Applied Physiology**, v. 85, n. 3, p. 345-350, 2001.

SALSABILI, Hoda; FOROGH, Bijan; RAJABALI, Sanaz. Dynamic stability training improves standing balance control in neuropathic patients with type 2 diabetes. **Journal of rehabilitation research and development**, v. 48, n. 7, p. 775, 2011.

SAYERS, Stephen P. High-speed power training: a novel approach to resistance training in older men and women. A brief review and pilot study. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 21, n. 2, p. 518, 2007.

SIGAL, Ronald J. et al. Effects of Aerobic Training, Resistance Training, or Both on Glycemic Control in Type 2 DiabetesA Randomized TrialEffects of Aerobic and

Resistance Training on Glycemic Control in Type 2 Diabetes. **Annals of internal medicine**, v. 147, n. 6, p. 357-369, 2007.

STONE, Michael H. et al. Power and maximum strength relationships during performance of dynamic and static weighted jumps. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 17, n. 1, p. 140-147, 2003.

SUZUKI, Toshimi; BEAN, Jonathan F.; FIELDING, Roger A. Muscle power of the ankle flexors predicts functional performance in community-dwelling older women. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 49, n. 9, p. 1161-1167, 2001.

TIEDEMANN, Anne et al. The comparative ability of eight functional mobility tests for predicting falls in community-dwelling older people. **Age and ageing**, v. 37, n. 4, p. 430-435, 2008.

TRAPPE, Scott et al. Single muscle fibre contractile properties in young and old men and women. **The Journal of physiology**, v. 552, n. 1, p. 47-58, 2003.

TSCHOPP, Marielle; SATTELMAYER, Martin Karl; HILFIKER, Roger. Is power training or conventional resistance training better for function in elderly persons? A meta-analysis. **Age and ageing**, v. 40, n. 5, p. 549-556, 2011.

VANDERVOORT, Anthony A. Aging of the human neuromuscular system. **Muscle & nerve**, v. 25, n. 1, p. 17-25, 2002.

VERDIJK, Lex B. et al. Satellite cells in human skeletal muscle; from birth to old age. **Age**, v. 36, n. 2, p. 545-557, 2014.

VISSER, Marjolein et al. Muscle mass, muscle strength, and muscle fat infiltration as predictors of incident mobility limitations in well-functioning older persons. **The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 60, n. 3, p. 324-333, 2005.

VOLPATO, Stefano et al. Role of muscle mass and muscle quality in the association between diabetes and gait speed. **Diabetes care**, v. 35, n. 8, p. 1672-1679, 2012.

WALLERSTEIN, Lilian França et al. Effects of strength and power training on neuromuscular variables in older adults. **Journal of aging and physical activity**, v. 20, n. 2, p. 171-185, 2012.

WATANABE, Yuya et al. Echo intensity obtained from ultrasonography images reflecting muscle strength in elderly men. **Clinical interventions in aging**, v. 8, p. 993, 2013.



## 7 ANEXOS

### 7.1 ANEXO I

#### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado para participar do estudo intitulado: **“Efeitos de um programa de treinamento de potência muscular em idosos com diabetes mellitus tipo 2: relacionado a capacidade funcional equilíbrio e qualidade muscular”**. Este projeto está incluindo dentro do estudo **“Efeitos de um programa de treino de força em parâmetros neuromusculares de idosos diabéticos tipo 2: Um ensaio clínico randomizado”**. Esse estudo tem por objetivo verificar os efeitos que a musculação, realizada através de um treino de potência muscular, durante o período de 12 semanas, pode causar em pessoas que possuem diabetes mellitus tipo 2. A pesquisa será composta por um grupo de idosos diabéticos, que já participaram dessa mesma pesquisa anteriormente, mas que faziam parte do grupo de alongamento, controle do estudo. O grupo realizará o treino de potência muscular (musculação) três vezes por semana (em dias não consecutivos) durante 12 semanas, além de passar por uma bateria de testes de coleta de dados antes e após o período de treinamento.

A pesquisa será realizada na Escola de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (ESEFID/UFRGS), que se localiza na Rua Felizardo Furtado, 750, no bairro Jardim Botânico de Porto Alegre. As avaliações serão realizadas na mesma Escola no Laboratório de Pesquisa do Exercício (LAPEX). O treino de potência será realizado no Centro Natatório da ESEFID/UFRGS, onde se localiza a sala de musculação da Escola. As sessões de musculação devem durar em torno de 1 hora e será ministrado por um Professor de Educação Física capacitado e acompanhadas por um dos pesquisadores responsáveis por esse estudo.

O treinamento de potência muscular compreende em exercícios comumente utilizados nas salas de musculação, realizados em máquinas, mas sempre realizando o movimento concêntrico (uma das fases do movimento) o mais rápido possível, estes exercícios visam a realização de força contra uma resistência externa, necessitando de esforço físico. Sempre antes de iniciar a sessão de treinamento de força e também após, a sua glicemia (quantidade de açúcar no sangue) será avaliada por um aparelho glicosímetro (aparelho usado para medir o açúcar no sangue). Para tanto, será feita a limpeza do seu dedo com algodão e álcool e posteriormente será feito um furinho na lateral do seu dedo com uma lanceta (agulha) descartável e com isso sairá uma gotícula de sangue e nela será feita a análise. Esse procedimento é comum para pessoas que possuem diabetes, visando saber se você está com seus níveis glicêmicos normais e prevenindo possíveis desconfortos.

Considerando a entrevista presencial (dia de hoje) e as coletas de dados você terá que comparecer 5 vezes à ESEFID/UFRGS e após às 12 semanas você terá que comparecer duas vezes para as coletas de dados pós. Nessas visitas você será submetido aos seguintes procedimentos:

- 1) Preenchimento de uma ANAMNESE, que é um questionário, composta por uma série de perguntas relacionadas à sua condição de saúde e histórico médico prévio;
- 2) Preenchimento do questionário de qualidade de vida (DQOL), no qual você terá que responder perguntas sobre relacionadas à sua qualidade de vida;
- 3) Preenchimento do questionário de nível de atividade física (IPAQ) no qual você terá que relatar a quantidade de atividade física que realiza durante uma semana;
- 4) Avaliação da pressão arterial;

5) Mensuração do peso corporal e da altura;

6) Coleta de sangue, para a qual você deverá estar em jejum de 12-14 horas.

A coleta será realizada no seu braço não dominante, do qual 8 ml de sangue serão coletados por uma pessoa capacitada, utilizando material descartável e esterilizado. Após a coleta será fornecido um lanche padrão para você conseguir continuar a realizar outros testes;

7) Avaliação de espessura muscular, na qual você ficará deitado em uma maca e um avaliador fará avaliação dos seus músculos da frente da coxa por um aparelho de ultrassom. Para isso você terá que estar vestindo uma roupa que possibilite o contato superficial da sonda do ultrassom com a superfície da coxa. Nessa avaliação será aplicado um gel na superfície da sua pele, por uma necessidade da avaliação;

8) Avaliação da gordura visceral, na qual você ficará deitado em uma maca e um avaliador fará avaliação da sua gordura visceral por um aparelho de ultrassom. Para isso você terá que estar vestindo uma roupa que possibilite o contato superficial da sonda do ultrassom com a superfície da sua barriga. Nessa avaliação será aplicado um gel na superfície da sua pele, por uma necessidade da avaliação;

9) Teste de força máxima, no qual você terá que levantar uma determinada carga, no aparelho de extensão de joelhos, suficiente para que seja realizada apenas uma repetição completa de extensão e flexão de joelhos. A sua amplitude de movimento será controlada, bem como possivelmente será realizada mais do que uma tentativa do teste até que seja encontrada a carga final;

10) Testes funcionais, como sentar e levantar de uma cadeira 5 vezes o mais rápido possível, o teste de caminhada como andar 4 metros em passo habitual.

11) Teste de Equilíbrio, que será realizado em uma plataforma de força, onde serão executados diversos movimentos estáticos e dinâmicos, a fim de avaliar o seu deslocamento anterior, lateral e posterior durante o teste.

12) Teste de potência através de saltos verticais, que também serão realizados em uma plataforma de força.

Todos os procedimentos descritos acima serão acompanhados e realizados por pessoas capacitadas e toda explicação necessária será fornecida durante o teste. Estes testes visam avaliar sua condição física inicial e após realizar as 12 semanas de musculação. Com isso será possível identificar o que ocorreu nesse período do estudo com a sua condição física.

Existe a possibilidade de ocorrerem alguns eventos adversos ao longo do estudo, como desconforto, cansaço, hipoglicemia (baixos níveis de açúcar no sangue), dores musculares e articulares, bem como lesão muscular e articular, uma vez que você estará fazendo esforço físico. Os eventos adversos são considerados como qualquer ocorrência médica inconveniente sofrida por um participante da pesquisa que não necessariamente apresenta relação causal com a intervenção em investigação. Da mesma forma, durante os testes e exercícios podem ocorrer modificações cardiovasculares, como pressão arterial fora do normal, desmaio, ritmo cardíaco irregular, rápidos ou lentos, e em circunstâncias mais raras, ataques cardíacos. No entanto, todos os esforços serão realizados no sentido de diminuir esses riscos através da avaliação de informações preliminares sobre a sua saúde e aptidão e pela observação da avaliação médica durante seu teste de esforço. Você será instruído a realizar os exercícios e testes de uma maneira confortável e se necessário você receberá o atendimento adequado. Os riscos ou desconfortos que você ficará exposto

durante os testes também incluem dor e hematoma (mancha roxa na pele) no local de coleta de sangue. Estes exames são amplamente empregados em pesquisas e já foram realizadas várias vezes por nossa equipe, sendo extremamente seguros.

Durante as coletas de dados estará presente no LAPEX um médico responsável e também estará disponível uma linha telefônica para a necessidade de contatar o Serviço de Atendimento Móvel de Emergência (SAMU – 192). Os pesquisadores responsáveis por esse projeto são o Professor Ronei Silveira Pinto e sua orientanda a Mestranda Lucinéia Orsolin Pfeifer, assim como outras pessoas estarão envolvidas na realização desse trabalho, sendo todos profissionais capacitados.

Os dados coletados nesse estudo serão utilizados para publicação, sendo que os mesmos só serão disponibilizados sob o seu consentimento. Deve ficar claro que no momento da publicação não será feita nenhuma associação entre os dados publicados e a sua pessoa. Não haverá compensação financeira pela participação nesse estudo. A participação será voluntária e não existe nenhum custo para participar do estudo. O único custo que será de sua conta é o da sua própria locomoção até a ESEFIDID/UFRGS.

Essa pesquisa implica em benefícios ao participante em conhecer seu perfil físico, além dos exames para controle do diabetes e a prática de exercício físico estruturado e acompanhado por um profissional.

Os pesquisadores responsáveis poderão ser contatados pelos telefones (51) 3308 5894, para qualquer dúvida ou problema a respeito da sua participação nessa pesquisa. Também, se você sentir qualquer violação dos seus direitos, você poderá contatar o Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS pelo telefone (51) 3308 3738.

Durante o andamento desse estudo você poderá se recusar a prosseguir a qualquer momento e poderá pedir desligamento da pesquisa.

Uma via desse documento ficará com você e a outra ficará guardada com os pesquisadores desse projeto. Ambas as vias vão estar assinadas por você e pelo pesquisador responsável.

Eu \_\_\_\_\_ acredito ter sido suficientemente informado a respeito da pesquisa que tem por objetivo avaliar os efeitos do treinamento de potência muscular sobre parâmetros bioquímicos, neuromusculares, funcionais, de equilíbrio e de composição corporal em pacientes com Diabetes Mellitus tipo 2. Eu discuti com a equipe pesquisadora sobre a minha decisão de participar desta pesquisa. Ficam claros para mim, quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos, riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimento permanente. Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas e de remuneração, e que a qualquer momento posso desistir do exame sem prejuízo.

Porto Alegre \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

Assinatura do participante: \_\_\_\_\_

Nome do pesquisador: \_\_\_\_\_

Assinatura do pesquisador: \_\_\_\_\_

## 7.2 ANEXO II

Identificação do participante:	Data: / /	Iniciais do examinador
--------------------------------	--------------	------------------------

VERSÃO BRASILEIRA DA SHORT PHYSICAL PERFORMANCE BATTERY - SPPB

Todos os testes devem ser realizados na ordem em que são apresentados neste protocolo. As instruções para o avaliador e para o paciente estão separadas nos quadros abaixo. As instruções aos pacientes devem ser dadas exatamente como estão descritas neste protocolo.

1. TESTES DE EQUILÍBRIO

## A. POSIÇÃO EM PÉ COM OS PÉS JUNTOS



Instruções para o Avaliador	Instruções para o Paciente
O paciente deve conseguir ficar em pé sem utilizar bengala ou andador. Ele pode ser ajudado a levantar-se para ficar na posição.	<p>a) Agora vamos começar a avaliação.</p> <p>b) Eu gostaria que o(a) Sr(a). tentasse realizar vários movimentos com o corpo.</p> <p>c) <b>Primeiro eu demonstro e explico</b> como fazer cada movimento.</p> <p>d) Depois o(a) Sr(a). tenta fazer o mesmo.</p> <p>e) Se o(a) Sr(a). não puder fazer algum movimento, ou sentir-se inseguro para realizá-lo, avise-me e passaremos para o próximo teste.</p> <p>f) Vamos deixar bem claro que o(a) Sr(a). não tentará fazer qualquer movimento se não se sentir seguro.</p> <p>g) O(a) Sr(a). tem alguma pergunta antes de começarmos?</p>
	Agora eu vou mostrar o 1º movimento. <b>Depois</b> o(a) Sr(a). fará o mesmo.
1. Demonstre.	<p>a) Agora, fique em pé, com os pés juntos, um <b>encostado</b> no outro, por 10 segundos.</p> <p>b) Pode usar os braços, dobrar os joelhos ou balançar o corpo para manter o equilíbrio, mas procure não mexer os pés.</p> <p>c) Tente ficar nesta posição até eu falar "pronto".</p>
2. Fique perto do paciente para ajudá-lo/la a ficar em pé com os pés juntos.	
3. Caso seja necessário, segure o braço do paciente para ficar na posição e evitar que ele perca o equilíbrio.	
4. Assim que o paciente estiver com os pés juntos, pergunte:	"O(a) Sr(a). está pronto(a)?"
5. Retire o apoio, se foi necessário ajudar o paciente a ficar em pé na posição, e diga:	"Preparar, já!" (disparando o cronômetro).
6. Pare o cronômetro depois de 10 segundos, ou quando o paciente sair da posição ou segurar o seu braço, dizendo:	"Pronto, acabou"
7. Se o paciente não conseguir se manter na posição por 10 segundos, marque o resultado e prossiga para o teste de velocidade de marcha.	
<b>A. PONTUAÇÃO</b>	<p>Manteve por 10 segundos <input type="checkbox"/> 1 ponto</p> <p>Não manteve por 10 segundos <input type="checkbox"/> 0 ponto</p> <p>Não tentou <input type="checkbox"/> 0 ponto</p> <p><b>Se pontuar 0, encerre os Testes de Equilíbrio e marque o motivo no Quadro 1</b></p> <p>Tempo de execução quando for menor que 10 seg: ____ segundos.</p>

## B. POSIÇÃO EM PÉ COM UM PÉ PARCIALMENTE À FRENTE



Instruções para o Avaliador	Instruções para o Paciente
	Agora eu vou mostrar o 2º movimento. Depois o(a) Sr(a). Fará o mesmo.
1. Demonstre.	<p>a) Eu gostaria que o(a) Sr(a). colocasse um dos pés um pouco mais à frente do outro pé, até ficar com o calcanhar de um pé encostado ao lado do dedão do outro pé.</p> <p>b) Fique nesta posição por 10 segundos.</p> <p>c) O(a) Sr(a). pode colocar tanto um pé quanto o outro na frente, o que for mais confortável.</p> <p>d) O(a) Sr(a). pode usar os braços, dobrar os joelhos ou o corpo para manter o equilíbrio, mas procure não mexer os pés.</p> <p>e) Tente ficar nesta posição até eu falar "pronto".</p>
2. Fique perto do paciente para ajudá-lo(la) a ficar em pé com um pé parcialmente à frente.	
3. Caso seja necessário, segure o braço do paciente para ficar na posição e evitar que ele perca o equilíbrio.	
4. Assim que o paciente estiver na posição, com o pé parcialmente à frente, pergunte:	"O(a) Sr(a). está pronto(a) ?"
5. Retire o apoio, caso tenha sido necessário ajudar o paciente a ficar em pé na posição, e diga:	"Preparar, já!" (disparando o cronômetro).
6. Pare o cronômetro depois de 10 segundos, ou quando o paciente sair da posição ou segurar o seu braço, dizendo:	"Pronto, acabou".
7. Se o paciente não conseguir se manter na posição por 10 segundos, marque o resultado e prossiga para o Teste de velocidade de marcha.	

### B. PONTUAÇÃO

Manteve por 10 segundos  1 ponto

Não manteve por 10 segundos  0 ponto

Não tentou  0 ponto

**Se pontuar 0, encerre os Testes de Equilíbrio e marque o motivo no Quadro 1**

Tempo de execução quando for menor que 10 seg: \_\_\_\_ segundos.



## C. POSIÇÃO EM PÉ COM UM PÉ À FRENTE



Instruções para o Avaliador	Instruções para o Paciente
	Agora eu vou mostrar o 3º movimento. Depois o(a) Sr(a). fará o mesmo.
1. Demonstre.	<p>a) Eu gostaria que o(a) Sr(a). colocasse um dos pés totalmente à frente do outro até ficar com o calcanhar deste pé encostado nos dedos do outro pé.</p> <p>b) Fique nesta posição por 10 segundos.</p> <p>c) O(a) Sr(a). pode colocar qualquer um dos pés na frente, o que for mais confortável.</p> <p>d) Pode usar os braços, dobrar os joelhos, ou o corpo para manter o equilíbrio, mas procure não mexer os pés.</p> <p>e) Tente ficar nesta posição até eu avisar quando parar.</p>
2. Fique perto do paciente para ajudá-lo(la) a ficar na posição em pé com um pé à frente.	
3. Caso seja necessário, segure o braço do paciente para ficar na posição e evitar que ele perca o equilíbrio.	
4. Assim que o paciente estiver na posição com os pés um na frente do outro, pergunte:	"O(a) Sr(a). Está pronto(a)?"
5. Retire o apoio, caso tenha sido necessário ajudar o paciente a ficar em pé na posição, e diga:	"Preparar, já!" (Disparando o cronômetro).
6. Pare o cronômetro depois de 10 segundos, ou quando o participante sair da posição ou segurar o seu braço, dizendo:	" Pronto, acabou".

## C. PONTUAÇÃO

- |                                 |                                  |
|---------------------------------|----------------------------------|
| Manteve por 10 segundos         | <input type="checkbox"/> 2 ponto |
| Manteve por 3 a 9,99 segundos   | <input type="checkbox"/> 1 ponto |
| Manteve por menos de 3 segundos | <input type="checkbox"/> 0 ponto |
| Não tentou                      | <input type="checkbox"/> 0 ponto |

Se pontuar 0, encerre os Testes de Equilíbrio e marque o motivo no Quadro 1  
 Tempo de execução quando for menor que 10 seg: \_\_\_\_\_ segundos.

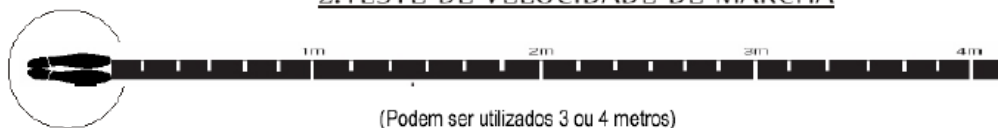
D. Pontuação Total nos Testes de Equilíbrio: \_\_\_\_\_ (Soma dos pontos)

## Quadro 1

Se o paciente não realizou o teste ou falhou, marque o motivo:

- |  |   |
|--|---|
| 1) Tentou, mas não conseguiu.                              | 5) O paciente não conseguiu entender as instruções. |
| 2) O paciente não consegue manter-se na posição sem ajuda. | 6) Outros (Especifique) _____.                      |
| 3) Não tentou, o avaliador sentiu-se inseguro.             | 7) O paciente recusou a participação.               |
| 4) Não tentou, o paciente sentiu-se inseguro.              |   |

## 2. TESTE DE VELOCIDADE DE MARCHA



(Podem ser utilizados 3 ou 4 metros)

Instruções para o Avaliador	Instruções para o Paciente
Material: fita crepe ou fita adesiva, espaço de 3 ou 4 metros, fita métrica ou trena e cronômetro.	Agora eu vou observar o(a) Sr(a). andando normalmente. Se precisar de bengala ou andador para caminhar, pode utilizá-los.
<b>A. Primeira Tentativa</b>	
1. Demonstre a caminhada para o paciente.	Eu caminharei primeiro e <b>só depois</b> o(a) Sr(a). irá caminhar da marca inicial até <b>ultrapassar completamente</b> a marca final, no <b>seu passo de costume</b> , como se estivesse andando na rua para ir a uma loja.
2. Posicione o paciente em pé com a <b>ponta dos pés tocando</b> a marca inicial.	a) Caminhe até <b>ultrapassar completamente</b> a marca final e depois pare. b) Eu andarei com o(a) Sr(a). sente-se seguro para fazer isto?
3. Dispare o cronômetro assim que o paciente tirar o pé do chão. 4. Caminhe ao lado e logo atrás do participante.	a) Quando eu disser "Já", o(a) Sr(a). começa a andar. b) "Entendeu?" Assim que o paciente disser que sim, diga: "Então, preparar, já!"
5. Quando <b>um dos pés</b> do paciente <b>ultrapassar completamente</b> a marca final pare de marcar o tempo.	
<b>Tempo da Primeira Tentativa</b>	
<p>A. Tempo para 3 ou 4 metros: ____ . ____ segundos.</p> <p>B. Se o paciente não realizou o teste ou falhou, marque o motivo:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Tentou, mas não conseguiu.</li> <li>2) O paciente não consegue caminhar sem ajuda de outra pessoa.</li> <li>3) Não tentou, o avaliador julgou inseguro.</li> <li>4) Não tentou, o paciente sentiu-se inseguro.</li> <li>5) O paciente não conseguiu entender as instruções.</li> <li>6) Outros (Especifique) _____</li> <li>7) O paciente recusou participação.</li> </ol> <p>C. Apoios para a primeira caminhada:</p> <p>Nenhum <input type="checkbox"/> Bengala <input type="checkbox"/> Outro <input type="checkbox"/></p> <p>D. Se o paciente não conseguiu realizar a caminhada pontue:</p> <p><input type="checkbox"/> <b>0 ponto</b> e prossiga para o Teste de levantar da cadeira.</p>	

### B. Segunda Tentativa

#### Instruções para o Avaliador

#### Instruções para o Paciente

1. Posicione o paciente em pé com a **ponta dos pés tocando** a marca inicial.

2. Dispare o cronômetro assim que o paciente tirar o pé do chão.

3. Caminhe ao lado e logo atrás do paciente.

4. Quando **um dos pés** do paciente **ultrapassar completamente** a marca final pare de marcar o tempo.

#### Tempo da Segunda Tentativa

A. Tempo para 3 ou 4 metros: \_\_\_\_ . \_\_\_\_ segundos.

B. Se o paciente não realizou o teste ou falhou, marque o motivo:

- 1) Tentou, mas não conseguiu.
- 2) O paciente não consegue caminhar sem ajuda de outra pessoa.
- 3) Não tentou, o avaliador julgou inseguro.
- 4) Não tentou, o paciente sentiu-se inseguro.
- 5) O paciente não conseguiu entender as instruções.
- 6) Outros (Especifique) \_\_\_\_\_
- 7) O paciente recusou participação.

C. Apoios para a segunda caminhada:

Nenhum  Bengala  Outro

D. Se o paciente não conseguiu realizar a caminhada pontue:  0 ponto

### PONTUAÇÃO DO TESTE DE VELOCIDADE DE MARCHA

Extensão do teste de marcha: Quatro metros  ou Três metros

Qual foi o tempo mais rápido dentre as duas caminhadas?

Marque o menor dos dois tempos: \_\_\_\_ . \_\_\_\_ segundos e **utilize para pontuar**.

[Se somente uma caminhada foi realizada, marque esse tempo] \_\_\_\_ . \_\_\_\_ segundos

Se o paciente não conseguiu realizar a caminhada:  0 ponto

#### Pontuação para a caminhada de 3 metros:

- Se o tempo for maior que 6,52 segundos:  1 ponto  
 Se o tempo for de 4,66 a 6,52 segundos:  2 pontos  
 Se o tempo for de 3,62 a 4,65 segundos:  3 pontos  
 Se o tempo for menor que 3,62 segundos:  4 pontos

#### Pontuação para a caminhada de 4 metros:

- Se o tempo for maior que 8,70 segundos:  1 ponto  
 Se o tempo for de 6,21 a 8,70 segundos:  2 pontos  
 Se o tempo for de 4,82 a 6,20 segundos:  3 pontos  
 Se o tempo for menor que 4,82 segundos:  4 pontos

3. TESTE DE LEVANTAR-SE DA CADEIRA

Posição inicial



Posição final

Instruções para o Avaliador	Instruções para o Paciente
Material: cadeira com encosto reto, sem apoio lateral, com aproximadamente 45 cm de altura, e cronômetro. A cadeira deve estar encostada à parede ou estabilizada de alguma forma para impedir que se mova durante o teste.	
<b>PRÉ-TESTE: LEVANTAR-SE DA CADEIRA UMA VEZ</b>	
1. Certifique-se de que o participante esteja sentado ocupando a maior parte do assento, mas com os pés bem apoiados no chão. Não precisa necessariamente encostar a coluna no encosto da cadeira, isso vai depender da altura do paciente.	Vamos fazer o último teste. Ele mede a força de suas pernas. O(a) Sr(a). se sente seguro(a) para levantar-se da cadeira sem ajuda dos braços?
2. Demonstre e explique os procedimentos	Eu vou demonstrar primeiro. Depois o(a) Sr(a). fará o mesmo. a) Primeiro, cruze os braços sobre o peito e sente-se com os pés apoiados no chão. b) Depois <b>levante-se completamente</b> mantendo os braços cruzados sobre o peito e sem tirar os pés do chão.
3. Anote o resultado.	Agora, por favor, <b>levante-se completamente</b> mantendo os braços cruzados sobre o peito.
4. Se o paciente não conseguir levantar-se sem usar os braços, não realize o teste, apenas diga: "Tudo bem, este é o fim dos testes".	
5. Finalize e registre o resultado e prossiga para a pontuação completa da SPPB.	
<b>RESULTADO DO PRÉ-TESTE: LEVANTAR-SE DA CADEIRA UMA VEZ</b>  <b>A. Levantou-se sem ajuda e com segurança</b> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/>  . O paciente levantou-se sem usar os braços <input type="checkbox"/> Vá para o teste levantar-se da cadeira 5 vezes  . O paciente usou os braços para levantar-se <input type="checkbox"/> Encerre o teste e pontue <b>0 ponto</b>  . Teste não completado ou não realizado <input type="checkbox"/> Encerre o teste e pontue <b>0 ponto</b>  <b>B. Se o paciente não realizou o teste ou falhou, marque o motivo:</b>  1) Tentou, mas não conseguiu. 2) O paciente não conseguiu levantar-se da cadeira sem ajuda. 3) Não tentou, o avaliador julgou inseguro. 4) Não tentou, o paciente sentiu-se inseguro. 5) O paciente não conseguiu entender as instruções. 6) Outros (Especifique) _____ 7) O paciente recusou participação.	

### TESTE DE LEVANTAR-SE DA CADEIRA CINCO VEZES

#### Instruções para o Avaliador

#### Instruções para o Paciente

1. Demonstre e explique os procedimentos.

Agora o(a) Sr(a). se sente seguro para levantar-se da cadeira completamente cinco vezes, com os pés bem apoiados no chão e sem usar os braços?

Eu vou demonstrar primeiro. Depois o(a) Sr(a). fará o mesmo.

- Por favor, levante-se **completamente o mais rápido possível** cinco vezes seguidas, **sem parar** entre as repetições.
- Cada vez que se levantar, sente-se e levante-se novamente, mantendo os braços cruzados sobre o peito.
- Eu vou marcar o tempo com um cronômetro.

2. Quando o paciente estiver sentado, adequadamente, como descrito anteriormente, avise que vai disparar o cronômetro, dizendo:

"Preparar, já!"

- Conte em **voz alta** cada vez que o paciente se levantar, até a quinta vez.
- Pare se o paciente ficar cansado ou com a respiração ofegante durante o teste.
- Pare o cronômetro quando o paciente **levantar-se completamente** pela quinta vez.
- Também pare:
  - . Se o paciente usar os braços
  - . Após um minuto, se o paciente não completar o teste.
  - . Quando achar que é necessário para a segurança do paciente.
- Se o paciente parar e parecer cansado antes de completar os cinco movimentos, pergunte-lhe se ele pode continuar.
- Se o paciente disser "Sim", continue marcando o tempo. Se o participante disser "Não", pare e zere o cronômetro.

#### RESULTADO DO TESTE LEVANTAR-SE DA CADEIRA CINCO VEZES

- Levantou-se as cinco vezes com segurança: Sim  Não
- Levantou-se as 5 vezes com êxito, registre o tempo: \_\_\_\_:\_\_\_\_:\_\_\_\_ seg.
- Se o paciente não realizou o teste ou falhou, marque o motivo:

- Tentou, mas não conseguiu
- O paciente não consegue levantar-se da cadeira sem ajuda
- Não tentou, o avaliador julgou inseguro
- Não tentou, o paciente sentiu-se inseguro
- O paciente não conseguiu entender as instruções
- Outros (Especifique) \_\_\_\_\_
- O paciente recusou participação.

#### PONTUAÇÃO DO TESTE DE LEVANTAR-SE DA CADEIRA

- O participante não conseguiu levantar-se as 5 vezes ou completou o teste em tempo maior que 60 seg:  0 ponto
- Se o tempo do teste for 16,70 segundos ou mais:  1 ponto
- Se o tempo do teste for de 13,70 a 16,69 segundos:  2 pontos
- Se o tempo do teste for de 11,20 a 13,69 segundos:  3 pontos
- Se o tempo do teste for de 11,19 segundos ou menos:  4 pontos

#### PONTUAÇÃO COMPLETA PARA A VERSÃO BRASILEIRA DA SHORT PHYSICAL PERFORMANCE BATTERY - SPPB

- Pontuação total do teste de equilíbrio: \_\_\_\_\_ pontos
- Pontuação do teste de velocidade de marcha: \_\_\_\_\_ pontos
- Pontuação do teste de levantar-se da cadeira: \_\_\_\_\_ pontos
- Pontuação total \_\_\_\_\_ pontos (some os pontos acima).

## 7.3 ANEXO III

## Medida de Qualidade de Vida em Diabetes (DQOL-Brasil)

<b>Satisfação</b>	Muito satisfeito	Bastante satisfeito	Médio Satisfeito	Pouco Satisfeito	Nada satisfeito
Você está satisfeito(a) com a quantidade de tempo que leva para controlar seu diabetes?	1	2	3	4	5
Você está satisfeito(a) com a quantidade de tempo que gasta fazendo exames gerais?	1	2	3	4	5
Você está satisfeito(a) com o tempo que gasta para verificar seus níveis de açúcar no sangue?	1	2	3	4	5
Você está satisfeito(a) com seu tratamento atual?	1	2	3	4	5
Você está satisfeito(a) com a flexibilidade que você tem na sua dieta?	1	2	3	4	5
Você está satisfeito(a) com a apreensão que seu diabetes gera na sua família?	1	2	3	4	5
Você está satisfeito(a) com seu conhecimento sobre seu diabetes?	1	2	3	4	5
Você está satisfeito(a) com seu sono?	1	2	3	4	5
Você está satisfeito(a) com sua vida social e amizades?	1	2	3	4	5
Você está satisfeito(a) com sua vida atual?	1	2	3	4	5
Você está satisfeito(a) com seu trabalho, escola ou atividades domésticas?	1	2	3	4	5
Você está satisfeito(a) com a aparência do seu corpo?	1	2	3	4	5
Você está satisfeito com o tempo que gasta fazendo exercícios físicos?	1	2	3	4	5
Você está satisfeito com seu tempo de lazer?	1	2	3	4	5
Você está satisfeito com sua vida em geral?	1	2	3	4	5
<b>Impacto</b>	Nunca	Quase	Às	Quase	Sempre

		Nunca	Vezes	Sempre	
Com que frequência você sente dor associada ao tratamento do seu diabetes?	1	2	3	4	5
Com que frequência você se sente constrangido(a) em ter de tratar seu diabetes em público?	1	2	3	4	5
Com que frequência você se sente constantemente doente?	1	2	3	4	5
Com que frequência seu diabetes interfere na vida de sua família?					
Com que frequência você tem uma noite de sono ruim?	1	2	3	4	5
Com que frequência você constata que seu diabetes está limitando sua vida social e atividades?	1	2	3	4	5
Com que frequência você se sente mal consigo mesmo(a)?	1	2	3	4	5
Com que frequência você se sente constrangido(a) por sua dieta?	1	2	3	4	5
Com que frequência seu diabetes interfere em sua vida sexual?	1	2	3	4	5
Com que frequência seu diabetes o(a) priva de poder dirigir um carro ou usar uma máquina (por exemplo, máquina de escrever)?	1	2	3	4	5
Com que frequência seu diabetes interfere em seus exercícios físicos?	1	2	3	4	5
Com que frequência você falta ao trabalho por causa de problemas de saúde ou responsabilidades domésticas por causa de seu diabetes?	1	2	3	4	5
Com que frequência você se percebe culpado(a) por não entender o que significa ter diabetes?	1	2	3	4	5
Com que frequência você acha que seu diabetes interrompe suas atividades de lazer?	1	2	3	4	5
Com que frequência você se sente	1	2	3	4	5

Desconfortado de contar aos outros sobre seu diabetes?					
Com que frequência você se sente incomodado por ter diabetes?	1	2	3	4	5
Com que frequência você sente que, por causa do diabetes, você vai ao banheiro mais vezes do que os outros?	1	2	3	4	5
Com que frequência você come algo que não deveria, em vez de dizer que tem diabetes?	1	2	3	4	5
<b>Preocupações sociais/vocacionais</b>	Nunca	Quase Nunca	Às Vezes	Quase Sempre	Sempre
Com que frequência te preocupa se você vai conseguir se casar?	1	2	3	4	5
Com que frequência te preocupa se você vai conseguir ter filhos?	1	2	3	4	5
Com que frequência te preocupa se você vai conseguir o emprego que deseja?	1	2	3	4	5
Com que frequência te preocupa se lhe recusarão um seguro?	1	2	3	4	5
Com que frequência te preocupa se você não será capaz de concluir seus estudos?	1	2	3	4	5
Com que frequência te preocupa se você perderá o emprego?	1	2	3	4	5
Com que frequência te preocupa se você não será capaz de tirar férias ou viajar?	1	2	3	4	5
<b>Preocupações relacionadas a diabetes</b>	Nunca	Quase Nunca	Às Vezes	Quase Sempre	Sempre
Com que frequência te preocupa se você vai desmaiar?	1	2	3	4	5
Com que frequência te preocupa que seu corpo pareça diferente porque você tem diabetes?	1	2	3	4	5
Com que frequência te preocupa se você terá complicações em razão de seu diabetes?	1	2	3	4	5
Com que frequência te preocupa se alguém vai sair com você por causa de seu diabetes?	1	2	3	4	5



## 7.4 ANEXO IV

**Questionário de Avaliação Semanal**

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_  
Hora: \_\_\_\_\_ Semana de treino: \_\_\_\_\_ PA: \_\_\_\_\_

Abaixo você deve responder algumas perguntas para controle das medicações que você usa, bem como da quantidade de atividade física semanal que você está mantendo durante o treinamento. Responda com base no que aconteceu apenas nessa semana (considere a semana do último dia que você respondeu esse questionário até hoje).

1) Nessa semana houve alguma mudança na dose ou no tipo de medicação que você utiliza para controle do diabetes mellitus tipo 2? Se sim, qual foi a mudança? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2) Se você toma outros medicamentos, nessa semana houve alguma mudança na dose ou no tipo de medicação? Se sim, qual foi a mudança? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

3) Nessa semana você realizou caminhadas, por mais de 10 minutos, para se deslocar para algum lugar (por exemplo: ir ao supermercado) ou por lazer? Se sim, você sabe dizer quantas vezes fez isso e por quanto tempo? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

4) Fora as caminhadas, nessa semana você realizou outras atividades físicas fora do treinamento desse estudo? Se sim, qual ou quais foram elas? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

5) Você sabe dizer quantas vezes, nessa semana, você praticou as atividades descritas no item 4 e por quanto tempo cada uma? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

6) Nessa semana você sentiu algum desconforto durante as sessões de treinamento ou fora do treinamento, no seu dia-a-dia? Se sim, que tipo de desconforto você sentiu? \_\_\_\_\_