

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO

CÍNTIA EHLERS BOTTON

Efeitos de um programa de treino de força em parâmetros neuromusculares de idosos com diabetes *mellitus* tipo 2: Um ensaio clínico randomizado

Porto Alegre, julho de 2017

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 treino de força em parâmetros neuromusculares de idosos com diabetes *mellitus* tipo 2: Um ensaio clínico randomizado

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança da Universidade do Rio Grande do Sul, como requisito para obtenção do título de Doutora em Ciências do Movimento Humano.

Orientador: Prof. Dr. Ronei Silveira Pinto

Coorientador: Prof. Dr. Daniel Umpierre de Moraes

Porto Alegre, julho de 2017

CIP - Catalogação na Publicação

Ehlers Botton, Cíntia

Efeitos de um programa de treino de força em parâmetros neuromusculares de idosos com diabetes mellitus tipo 2: Um ensaio clínico randomizado / Cíntia Ehlers Botton. -- 2017.
102 f.

Orientador: Ronei Silveira Pinto.

Coorientador: Daniel Umpierre de Moraes.

Tese (Doutorado) -- 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. Diabetes mellitus tipo 2. 2. Treinamento de força. 3. Idosos. I. Silveira Pinto, Ronei, orient. II. Umpierre de Moraes, Daniel, coorient. III. Título.

AGRADECIMENTOS

Inicialmente gostaria de agradecer a possibilidade de estar estudando em uma Universidade Federal há 10 anos. Ensino de qualidade e gratuito que muitas pessoas não têm a possibilidade de presenciar. Essa qualidade só é possível por termos muitos professores que nos motivam, nos auxiliam e ensinam como sermos bons profissionais. Entre esses que passaram pela minha vida acadêmica gostaria de agradecer a professora Cláudia Silveira Lima, que me deu a primeira oportunidade na iniciação científica.

Aos meus orientadores de doutorado gostaria de fazer um agradecimento especial por toda dedicação e aprendizado. Ao professor Ronei, obrigada pelo investimento em mim por todos esses anos, pelas oportunidades, amizade e por acreditar que eu seria capaz de chegar até aqui. És um grande exemplo como professor e pesquisador. Ao professor Daniel, agradeço por aceitar participar desse estudo e possibilitar que eu me aproximasse mais da área do exercício físico, saúde/doença. És pra mim um grande exemplo de professor e pesquisador, uma motivação para seguir adiante na área acadêmica. Obrigada pelo tempo despendido para minhas dúvidas e por sempre me incentivar em ir adiante.

Além de crescer profissionalmente, meu crescimento pessoal só foi possível pela convivência com meus colegas de trabalho, mais do que isso, meus grandes amigos. É na dificuldade da convivência do dia a dia que a gente aprende a respeitar e ser paciente. Obrigada Luci, Juliana, Rafael, Carlos, Pedro, Regis, Clarissa, Anderson e Felipe, por estarem do meu lado. Clarissa, obrigada por ser uma parte da minha família aqui em Porto Alegre.

Agradeço as pessoas que fizeram parte desse projeto, ele não é apenas meu, é nosso, pois nunca aconteceria se eu estivesse sozinha. Gabriela, Juliana, Clarissa, Luci, Carlos, Pedro, Anderson e Professor Alexandre, obrigada pelo tempo dedicado e interesse.

Por último, agradeço incondicionalmente a minha família, Juçara, Emidio e Juciéli, que acima de tudo são meus melhores amigos. Possivelmente não tenho ideia do que vocês abriram mão para que o meu estudo fosse uma prioridade, pois vocês sempre estiveram com a tranquilidade e sorriso no rosto que eu precisava para ir em frente. Obrigada por me apoiarem em cada decisão e por me deixarem livre para tomá-las. Tudo que eu faço na vida é pensando no quanto quero dar toda alegria do mundo para vocês.

RESUMO

Contexto: O exercício físico faz parte do tratamento do diabetes mellitus tipo 2 (DM2), doença que possui maior prevalência na população idosa. Maior foco tem sido dado ao efeito do treinamento de força no controle glicêmico, sendo que menor número de estudos tem como desfecho primário parâmetros neuromusculares, em idosos com DM2. **Objetivo:** Avaliar os efeitos de um programa de treino de força nos parâmetros neuromusculares de idosos com DM2, em relação à um grupo controle. **Delineamento:** ensaio clínico randomizado, com dois grupos, intervenção (GI) e controle (GC). **Métodos:** Quarenta e quatro participantes foram alocados nos dois grupos: GI (n=22), que realizou treinamento de força três vezes por semana, durante 12 semanas; GC (n=22), que realizou uma sessão semanal de alongamento, durante 12 semanas. O treinamento de força foi composto por 11 exercícios, com 2-3 séries de 12-10 repetições e intensidade de 15 a 12 repetições máximas. O desfecho primário do estudo foi a qualidade muscular, por tensão específica e eco intensidade, que foi avaliada antes e após as 12 semanas, assim como os demais desfechos secundários. Os dados foram análises tanto pela intenção de tratar (ITT), como pela análise por protocolo (PP), baseado em 70% ou mais de comparecimento as seções. As comparações foram realizadas com Equação de Estimação Generalizadas e ANOVA de duas vias com medidas repetidas, para as análises ITT e PP, respectivamente. **Resultados:** Não houve modificação ($p \geq 0,05$) da qualidade muscular avaliada por eco intensidade ou por tensão específica, no GI e GC, para ambas as análises. Foram encontradas melhorias ($p \leq 0,05$) na força máxima dinâmica para o GI e GC na análise ITT e apenas para o GI na análise PP. Não foi encontrada diferença ($p \geq 0,05$) na força máxima isométrica, no GI e GC, em ambas as análises. Na análise ITT não foram encontradas melhorias ($p \geq 0,05$) no desempenho dos testes funcionais, para ambos os grupos, enquanto na análise PP houve redução ($p \leq 0,05$) no tempo de realização do teste *timed up and go* e subir escada no GC, e nos testes de sentar e levantar da cadeira e subir escada para o GI. Para a espessura muscular do quadríceps femoral houve aumento ($p \leq 0,05$) dos valores para o GI, mas não para o GC, em ambas as análises. Em relação a gordura visceral, não houve modificação dos valores em ambos os grupos com a análise ITT, mas houve redução ($p \leq 0,05$) com a análise PP, para os dois grupos. Os valores de hemoglobina glicada reduziram para o GI e aumentaram ($p \leq 0,05$) para o GC na análise PP, mas não foram encontradas diferenças ($p \geq 0,05$) para a análise ITT. Redução ($p \leq 0,05$) dos níveis de triglicérides foi encontrada para o GI, mas não para o GC, em ambas as análises. **Conclusões:** o programa de treino de força proposto no presente estudo foi capaz

de melhorar a força dinâmica e a espessura muscular de idosos com DM2 no período de 12 semanas, mas não causou modificações significativas na qualidade muscular durante esse período, mostrando que para alguns parâmetros neuromusculares talvez seja necessário período maior de treinamento nessa população.

Palavras –chave: diabetes, qualidade muscular, glicemia, desempenho funcional.

ABSTRACT

Context: Physical exercise is a cornerstone of diabetes mellitus type 2 (DM2) treatment, a disease that has a higher prevalence in the elderly population. Greater focus has been given to the effects of strength training on glycemic control, and a lower number of studies has investigated neuromuscular parameters as a primary endpoint in elderly with DM2. **Objective:** To evaluate the effects of a strength training program on the neuromuscular parameters of elderly patients with DM2, in relation to a control group. Design: Randomized clinical trial with intervention (GI) and control (CG) groups. **Methods:** Forty-four participants were randomized to both groups: GI (n= 22), which underwent strength training three times a week for 12 weeks, and GC (n = 22), which performed a weekly stretching session for 12 weeks. Strength training was composed of 11 exercises, with 2-3 sets of 12-10 repetitions and was set the intensity of 15 to 12 maximal repetitions. The primary outcome of the study was muscle quality measured by specific tension and echo intensity, evaluated before and after 12 weeks, as well as the other secondary outcomes. Data was analyzed by both, intention-to-treat (ITT) and per protocol (PP) analysis (based on 70% or more attendance sections). The comparisons were performed with Generalized Estimation Equation and two-way ANOVA with repeated measurements for ITT and PP analyzes, respectively. **Results:** No change ($p \geq 0.05$) in muscle quality assessed by echo intensity or by specific tension were found in GI and GC, in both analyzes. Increase ($p \leq 0.05$) in maximum dynamic strength was found for GI and GC in ITT analyze, but only for GI in PP analyze. No difference in maximum isometric force ($p \geq 0.05$) was found for GI and GC in both analysis. In the ITT analysis, there were no improvements ($p \geq 0.05$) in functional tests performance in both groups, whereas in the PP analysis reduction ($p \leq 0.05$) was found in the timed up and go and climb stairs tests in the GC, and in the sit to stand and climb stairs tests in the GI. Quadriceps femoris muscle thickness increased ($p \leq 0.05$) in GI in both analyzes, but not for GC. No difference was found for visceral fat, in both groups in the ITT analysis, but there was a reduction ($p \leq 0.05$) in the PP analysis for both groups, with no difference between groups. Glycated hemoglobin values was reduced ($p \leq 0.05$) in GI and significantly increased in GC in PP analysis, but no differences were found in ITT. Reduction ($p \leq 0.05$) in triglyceride levels was found in GI, but not in GC, in both analyzes. **Conclusions:** The strength training program used in this study was able to improve dynamic strength and muscle thickness of elderly patients with DM2 in the 12-week period, but it was not able to induce significant changes in muscle

quality, indicating that for some neuromuscular parameters it may be required a longer period of training for this population.

Key words: diabetes, muscle quality, glycaemia, functional performance.

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA..... | 12 |
| 1.2 Objetivo geral..... | 14 |
| 1.3 Objetivos específicos..... | 14 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA | 15 |
| 3. MÉTODOS | 24 |
| 3.1 Delineamento da pesquisa..... | 24 |
| 3.2 População e amostra..... | 25 |
| 3.2.1 Recrutamento da amostra..... | 25 |
| 3.2.2 Cálculo amostral..... | 26 |
| 3.2.3 Randomização | 26 |
| 3.3 Desfechos avaliados | 27 |
| 3.3.1 Desfecho primário | 27 |
| 3.3.2 Desfechos secundários | 27 |
| 3.4 Medidas de Caracterização da Amostra | 27 |
| 3.5 Desenho experimental do estudo..... | 29 |
| 3.6 Procedimentos para coleta de dados..... | 30 |
| 3.7 Avaliações | 31 |
| 3.7.1 Desfecho primário | 32 |
| 3.7.2 Desfechos secundários | 32 |
| Neuromusculares..... | 32 |
| Desfecho funcional..... | 35 |
| Desfecho de composição corporal..... | 36 |
| Desfechos bioquímicos..... | 36 |
| Desfecho qualidade de vida..... | 37 |
| Desfecho nível de atividade física..... | 37 |
| 3.7.3 Variáveis de caracterização da amostra..... | 38 |
| 3.8 Programa de treino de força | 39 |
| 3.9 Aula de alongamento..... | 41 |
| 3.10 Aspectos éticos..... | 41 |
| 3.11 Análise estatística..... | 42 |
| 4. RESULTADOS..... | 43 |
| 4.1 Recrutamento e seguimento dos pacientes | 43 |
| 4.2 Questionário de avaliação semanal | 46 |

| | |
|---|-----|
| 4.3 Caracterização da amostra..... | 47 |
| 4.4 Desfecho primário | 47 |
| 4.5 Desfechos secundários | 49 |
| 4.5.1 Neuromusculares | 49 |
| 4.5.2 Desfecho funcional..... | 53 |
| 4.5.3 Desfecho de composição corporal..... | 54 |
| 4.5.4 Desfechos bioquímicos..... | 55 |
| 4.5.5 Desfecho de qualidade de vida | 58 |
| 4.5.6 Desfecho nível de atividade física..... | 60 |
| 5. DISCUSSÃO..... | 62 |
| 6. CONCLUSÃO | 73 |
| REFERÊNCIAS | 74 |
| ANEXO 1 | 86 |
| ANEXO 2..... | 89 |
| ANEXO 3..... | 93 |
| ANEXO 4..... | 97 |
| ANEXO 5..... | 99 |
| ANEXO 6..... | 100 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Valores de erro típico e coeficiente de variação das variáveis neuromusculares e funcionais..... | 31 |
| Tabela 2 - Modelo de treinamento linear para os exercícios de força..... | 39 |
| Tabela 3 - Modelo de treinamento com incremento de volume para os exercícios funcionais... | 40 |
| Tabela 4 - Variáveis de caracterização da amostra..... | 47 |
| Tabela 5 - Valores de média \pm DP da qualidade muscular, avaliada por tensão específica e eco intensidade da imagem do músculo reto femoral, pré e pós 12 semanas..... | 48 |
| Tabela 6 - Valores de média \pm DP para as variáveis neuromusculares força máxima, dinâmica e isométrica, pré e pós 12 semanas..... | 50 |
| Tabela 7 - Valores de média \pm DP para a variável neuromuscular espessura muscular, para cada músculos do quadríceps femoral, bem como o somatório desses músculos, pré e pós 12 semanas..... | 52 |
| Tabela 8 - Valores de média \pm DP para o desempenho nos testes de subir escada, sentar e levantar da cadeira e <i>Timed Up and Go</i> , pré e pós 12 semanas..... | 54 |
| Tabela 9 - Valores de média \pm DP de gordura visceral, pré e pós 12 semanas..... | 55 |
| Tabela 10 - . Valores de média \pm DP dos níveis séricos de triglicérides, colesterol total, hemoglobina glicada, glicemia de jejum, colesterol-HDL e colesterol-LDL, pré e pós 12 semanas..... | 57 |
| Tabela 11 - Valores de média \pm DP da qualidade de vida total e dividida nos domínios de satisfação, impacto, preocupação social e preocupação com o diabetes, pré e pós 12 semanas..... | 59 |
| Tabela 12 - . Valores de média \pm DP do nível de atividade física total e dividida nos domínios de atividades domésticas, atividades desportivas e atividades de tempo livre, pré e pós 12 semanas..... | 61 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Desenho experimental do estudo..... | 29 |
| Figura 2. Escala para exercícios de força de OMNI, em português..... | 40 |
| Figura 3. Fluxograma de recrutamento e segmento dos participantes no estudo..... | 45 |

LISTA DE UNIDADES DE MEDIDA

| | |
|-------------------|-------------------------------|
| db | Decibéis |
| Hz | Hertz |
| Kg | Quilograma |
| kg/mm | Quilograma por milímetro |
| kg/m ² | Quilograma por metro quadrado |
| m | Metro |
| min | Minuto |
| mg / dl | Miligramma por decilitro |
| MHz | Mega hertz |
| ml | Mililitro |
| mm | Milímetro |
| N.m | Newton metro |
| N.m/mm | Newton metro por milímetro |
| N.m/s | Newton metro por segundo |
| s | Segundo |
| °/s | Graus por segundo |
| % | Por cento |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|-----------------|--|
| ACSM | <i>American College of Sports Medicine</i> |
| ADA | <i>American Diabetes Association</i> |
| 1RM | Uma repetição máxima |
| CIVM | Contração isométrica voluntária máxima |
| DEXA | Absortometria radiológica de dupla energia |
| DM | Diabetes <i>mellitus</i> |
| DM2 | Diabetes <i>mellitus</i> tipo 2 |
| EsEFID | Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança |
| GC | Grupo controle |
| GI | Grupo intervenção |
| HbA1c | Hemoglobina glicada |
| HCPA | Hospital de Clínicas de Porto Alegre |
| HDL | Lipoproteína de alta densidade |
| IDF | <i>International Diabetes Federation</i> |
| IMC | Índice de massa corporal |
| LAPEX | Laboratório de Pesquisa em Exercício |
| LDL | Lipoproteína de baixa densidade |
| RM _s | Repetições máximas |
| RF | Reto femoral |
| TCLE | Termo de consentimento livre e esclarecido |
| TUG | <i>Timed up and go</i> |
| UFRGS | <i>Universidade Federal do Rio Grande do Sul</i> |
| VL | Vasto lateral |
| VI | Vasto intermédio |
| VM | Vasto medial |

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

O diabetes mellitus (DM) é uma doença crônico-degenerativa que vem tomando proporções cada vez maiores na população mundial. A união de um estilo de vida sedentário, maus hábitos alimentares e o envelhecimento da população, faz com que os números cresçam cada vez mais, atingindo aproximadamente 415 milhões de pessoas em todo o mundo, (*Internacional Diabetes Federation – IDF*, 2015). A proporção de DM aumenta conforme o avançar da idade, com maior taxa de prevalência na população idosa (GARIGUATA *et al.*, 2014; SCHAAN; HARZHEIM; GUS, 2004). Dentre o número total de casos da doença, estima-se que 90% correspondem ao DM tipo 2 (DM2). O aumento proporcional da doença implica em aumento de custos anuais com tratamentos por parte do governo, sendo que os gastos podem ser ainda maiores conforme a severidade da doença (*American Diabetes Association - ADA*, 2013b; BAHIA *et al.*, 2011).

Além das diferentes comorbidades micro e macrovasculares causadas pelos altos níveis de glicose sanguínea (SCHEFFEL *et al.*, 2004; STRATTON *et al.*, 2000), o DM2 causa perda de capacidade funcional, piorando o desempenho das atividades diárias de idosos diabéticos (KALYANI *et al.*, 2013; LEENDERS *et al.*, 2013; VOLPATO *et al.*, 2012), diminuindo seu nível de atividade física e consequentemente reduzindo a qualidade de vida (ECKERT *et al.*, 2012). As evidências científicas não são suficientes para esclarecer completamente o que desencadeia os declínios mais acentuados em idosos que possuem a doença. Entretanto, deve ser considerado que idosos diabéticos são acometidos não só pelas perdas do envelhecimento, mas também pelas complicações associadas à doença, as quais explicam parcialmente o declínio mais acentuado em relação aos idosos saudáveis (LEENDERS *et al.*, 2013; VOLPATO *et al.*, 2012; GREGG *et al.*, 2000). No entanto, um possível fator relevante, ainda pouco investigado, são as alterações na função neuromuscular, bem como mudanças na composição corporal relacionadas ao envelhecimento e que são mais evidentes na presença da doença (SACCHETTI *et al.*, 2013; VOLPATO *et al.*, 2012; PARK *et al.*, 2006 e 2009).

No processo de envelhecimento o percentual de perda de força é maior que a perda de massa muscular, mostrando que outros fatores, além da sarcopenia, contribuem para a perda de desempenho (DELMONICO *et al.*, 2009; GOODPASTER *et al.*, 2006). A qualidade muscular parece ser um indicador de função contrátil mais sensato do que a força muscular bruta, pois considera a força em relação a outros parâmetros neuromusculares e de composição corporal. Essa medida tem sido bastante utilizada na população idosa para verificar comprometimentos

funcionais, pois a fraqueza muscular relacionada ao envelhecimento é coletivamente atribuída a alterações na quantidade de músculo, na qualidade do músculo e na ativação neural (FRAGALA; KENNY ; KUCHEL 2015), além de alterações na composição corporal com o processo de envelhecimento, como o aumento na infiltração de gordura intra e intermuscular (DELMONICO et al., 2009).

A medida de qualidade muscular pode ser mensurada pela razão entre a força muscular e a quantidade de massa muscular, chamada de tensão específica (NEWMAN *et al.*, 2003; LYNCH *et al.*, 1999). De forma diferente, pode ser mensurada a partir da eco intensidade da imagem do músculo, a qual se correlaciona com a infiltração de gordura e o tecido fibroso intramuscular (WATANABE *et al.*, 2013; FUKUMOTO *et al.*, 2012). Uma melhor qualidade muscular corresponde ao músculo com mais tecido contrátil do que o contrário. Os músculos afetados por doenças neuromusculares ou envelhecidos apresentam uma aparência mais esbranquiçada (ARTS *et al.*, 2010; HECKMATT; LEEMAN; DUBOWITZ, 1982), devido a um aumento no conteúdo de tecido fibroso e adiposo intramuscular, sendo que o tecido adiposo infiltrado no músculo é um forte marcador de resistência à insulina (ZOICO *et al.* 2010; GOODPASTER *et al.*, 2000a).

Métodos que previnam ou minimizem os efeitos deletérios do DM2 têm sido cada vez mais investigados. Nesta lógica e como método não farmacológico, o exercício físico tem recebido grande atenção como forma de tratamento da doença, sendo que o primeiro posicionamento incluindo exercício físico para a população diabética foi proposto no ano 2000 pelo *American College of Sports Medicine* (ACSM). Dentre os programas de treino recomendados, o treino de força tem se mostrado uma estratégia interessante para pessoas com DM2 desde 1997 (ERIKSSON *et al.*, 1997). Em idosos saudáveis, estão bem documentadas as adaptações induzidas pelo treino de força em parâmetros da função neuromuscular, como incrementos de força, massa e qualidade muscular (STEWART; SAUNDERS; GREIG, 2014; FRAGALA *et al.*, 2014; RADAELLI *et al.*, 2013; TRACY *et al.*, 1999), os quais são negativamente afetados pelo processo de envelhecimento. Dessa forma, idosos com DM2 possivelmente podem se beneficiar da mesma forma, com a atenuação dos declínios acentuados na função neuromuscular (BROOKS *et al.*, 2007; BRANDON *et al.*, 2003). Contudo, grande parte dos estudos prévios têm investigado prioritariamente seus efeitos no controle glicêmico (BACCHI *et al.*, 2012; SIGAL *et al.*, 2007; CASTANEDA *et al.*, 2002). Além disso, os principais ensaios clínicos randomizados com exercício e DM2 limitam a idade dos

participantes em 70-75 anos de idade (CHURCH *et al.* 2010; SIGAL *et al.* 2007), restringindo a generalização dos resultados para idades mais avançadas.

Apesar de alguns estudos transversais já terem demonstrado que em comparação a idosos saudáveis, aqueles que possuem o DM2 têm maior redução da função neuromuscular, bem como pior desempenho em testes funcionais (PARK *et al.*, 2006 e 2009; VOLPATO *et al.*, 2012), ao nosso conhecimento, pouco ainda se conhece sobre a magnitude de efeito que o treino de força realizado de forma controlada pode ter sobre parâmetros neuromusculares, bem como o impacto sobre a capacidade funcional de idosos com DM2. Principalmente o comportamento da variável qualidade muscular, carece de informações.

Assim, considerando os declínios mais acentuados tanto em parâmetros neuromusculares, como na capacidade funcional de idosos com DM2, aliado a falta de estudos com desfechos primários relacionados a saúde neuromuscular de idosos diabéticos, o presente estudo teve como objetivo principal avaliar os efeitos de um programa de treino de força aplicado a idosos com DM2 nos parâmetros neuromusculares. A hipótese que norteou este estudo é que o treino de força seria capaz de causar melhorias nos parâmetros neuromusculares que repercutiriam em benefícios no desempenho funcional dos idosos diabéticos.

1.2 Objetivo geral

Avaliar efeitos de um programa de treino de força nos parâmetros neuromusculares de idosos com DM2, em relação a um grupo controle.

1.3 Objetivos específicos

Avaliar os efeitos do programa de treino de força proposto para idosos com DM2, em relação a um grupo controle:

- Nos valores de qualidade muscular dos músculos do quadríceps femoral;
- Nos valores de força muscular de extensão de joelhos;
- Na espessura da musculatura do músculo reto femoral (RF);

- No desempenho de testes funcionais;
- Nos valores de gordura visceral da região abdominal;
- Nos níveis plasmáticos de glicemia de jejum, hemoglobina glicada (HbA1c), colesterol total, triglicerídeos, lipoproteínas de alta densidade (HDL), lipoproteínas de baixa densidade (LDL);
- Na qualidade de vida;
- No nível de atividade física.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Dados populacionais do diabetes *mellitus* tipo 2

O DM2 é definido como uma condição crônica degenerativa, de ordem multifatorial, que ocorre quando o corpo não pode produzir suficiente ou utilizar efetivamente a insulina (ADA, 2012). De acordo com dados da IDF (2015), se estima que 415 milhões de pessoas, com idade entre 20 e 79 anos, possuem DM no mundo, sendo que 90% dos casos são do tipo 2. O Brasil ocupa a quarta posição entre os 10 países com maior prevalência da doença, com mais de 14 milhões de pessoas (IDF, 2015).

A Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico – VIGITEL -, a partir de auto-relato, mostrou que no conjunto da população adulta das 27 cidades brasileiras estudadas, no ano de 2013, a frequência do diagnóstico médico prévio de DM foi de 6,9%, sendo 6,5% nos homens e 7,2% nas mulheres. A maior frequência do sexo masculino (8,2%) foi observada em São Paulo e do sexo feminino (8,8%) em Porto Alegre. Em ambos os sexos, o diagnóstico da doença se tornou mais comum com a idade, a partir dos 45 anos. A prevalência de diabetes foi maior conforme o avanço da idade, atingindo aproximadamente 20% da população das faixas etárias de 65 a 74 anos e de 75 anos ou mais, um contingente superior a 3,5 milhões de pessoas (ISER *et al.*, 2015).

O DM é uma das principais causas de mortalidade mundial, aumentando o risco de morte por diferentes causas e a prevalência de doença cardiovascular quando comparado com a população que não possui a doença (BRAGA *et al.*, 2013; CURRIE *et al.*, 2013; SESHASAI *et al.*, 2011). Segundo a IDF, em 2015, cinco milhões de pessoas morreram devido ao DM, sendo que metade dessas pessoas tinha idade acima de 60 anos. O crescimento exorbitante nos

números relacionados ao DM está vinculado a urbanização, o envelhecimento da população e a concomitante adoção de um estilo de vida que compreende reduzidos níveis de atividade física e maior consumo de açúcar e gordura.

Além de aumentar o risco de morte prematura (SESHASAI et al. 2011), o DM2 leva a uma ordem de complicações micro e macrovasculares, sendo muitas delas irreversíveis (FOWLER, 2008). Estudo de Scheffel *et al.* (2004), que avaliou a prevalência das complicações crônicas em pacientes com DM2 atendidos em três centros médicos do Rio Grande do Sul, mostrou que a prevalência destas complicações não foi desprezível mesmo entre os pacientes com pouco tempo de diagnóstico da doença.

Os gastos implicados com tratamento se tornam cada vez maiores, uma vez que os números de casos aumentam. Estudo de Bahia *et al.* (2011) mostrou que os custos diretos e indiretos quantificaram o gasto de aproximadamente US\$ 2,108,00 por paciente ao ano no Brasil, o que seria em torno de R\$ 4.763,00. Esses valores são maiores conforme a severidade da doença. Com isso, se faz necessário que métodos de tratamento não farmacológicos, que visem redução das severidades da doença, bem como a prevenção da mesma, sejam investigados.

O tratamento do DM2 compreende uma modificação de estilo de vida, alterando hábitos de atividade física e a dieta, bem como o cuidado psicossocial (COLBERG *et al.*, 2016). Se apenas o uso de dieta e exercício não forem suficientes para o controle da doença, inicia-se o uso de terapia farmacológica (LUNA; FEINGLOS, 2001). O estudo LOOK-AHEAD (PI-SUNYER et al., 2007) mostrou que uma modificação intensa no estilo de vida, por um ano, de diabéticos tipo 2 entre 45-75 anos, envolvendo dieta para redução de peso e incremento da atividade física, melhorou o controle glicêmico e reduziu as medicações utilizadas. O fato de evitar ou reduzir o uso de medicamentos é interessante para minimizar efeitos adversos ao longo do tempo (BANNISTER *et al.* 2014; CURRIE *et al.*, 2013).

2.2 Efeito do treinamento de força no controle glicêmico

O ACSM (2010) e a ADA (COLBERT *et al.* 2016) recomendam o exercício físico como parte do tratamento do controle glicêmico em pacientes com DM2. Quando estruturado, o exercício físico ajuda a alcançar diversos objetivos, de acordo com estudos prévios, incluindo aumento da capacidade cardiorrespiratória (BACCHI *et al.*, 2012), incremento de força

muscular (DUNSTAN *et al.*, 2002), melhora no controle da glicemia e diminuição da resistência à insulina (SIGAL *et al.*, 2007), melhora do perfil lipídico e redução da pressão arterial (BACCHI *et al.*, 2012), redução de gordura abdominal subcutânea e visceral (IBAÑEZ *et al.*, 2005; BACCHI *et al.*, 2012) e melhora da qualidade de vida (ECKERT, 2012).

Revisões sistemáticas e meta-análises têm mostrado consistentemente que o treino com exercícios supervisionados está associado com melhora do controle glicêmico (SNOWLING; HOPKINS, 2006; UMPIERRE *et al.*, 2011). Meta-análise de Umpierre *et al.* (2011), mostrou que qualquer uma das três formas de treino estão associadas ao controle dos níveis de HbA1c, considerando uma redução de 0,67% quando o exercício físico é estruturado, sem diferença de efeito quando comparados tipos de treino distintos. No entanto, programas de treino com duração semanal acima de 150 minutos mostraram redução mais acentuada, de 0,89%.

Observando os estudos supracitados é possível identificar que maior foco científico tem sido dado para estudos de treinamento com exercícios aeróbicos ou combinados, uma vez que é reduzido o número de estudos sobre treino de força incluídos nas análises. Mesmo que o número de estudos com treinamento de força e controle glicêmico tenha aumentado desde a última meta-análise citada (2011), a maior redução encontrada com treinamento de força nos valores de HbA1c foi de aproximadamente 1%, em estudo de Castaneda *et al.* (2002), com homens e mulheres diabéticos e idade acima de 55 anos. Apesar dessa melhora acentuada, meta-análise recente de Lee, Kim e Kim (2017) mostrou um máximo de 0,5% de redução, considerando 10 ensaios clínicos que realizaram treinamento de força com diabéticos tipo 2, sendo que análises específicas para idosos não foram realizadas.

Da mesma forma que no estudo de Dunstan *et al.* (2002), o estudo *Diabetes Aerobic and Resistance Exercise – DARE* (SIGAL *et al.*, 2007), que compreendeu 26 semanas de treinamento em pacientes com DM2, de 39 a 70 anos, divididos nos grupos controle, combinado (força + aeróbico), força e aeróbico, encontrou efeito das intervenções mais acentuado nos participantes com níveis de HbA1c mais elevados inicialmente. Para os participantes que possuíam valores iniciais mais baixos apenas o treino combinado melhorou o controle da glicemia.

Ainda não está claro qual a melhor dose-resposta das variáveis do treino de força para diabéticos tipo 2, pois a literatura científica carece de estudos que tenham comparado o efeito de diferentes programas de treino de força. Segundo revisão sistemática com meta-regressão de Umpierre *et al.* (2013), a redução do nível de HbA1c é associada com o volume semanal de exercícios de força em treinamentos combinados. Com relação a programas somente de treinamento de força, não foi

encontrada relação entre a intensidade do treino e as mudanças nos níveis de HbA1c (UMPIERRE *et al.*, 2013). Segundo recomendação recente da ADA (COLBERG *et al.*, 2016), adultos devem realizar de 2-3 sessões semanais de treino de força, de moderada (15 repetições) a vigorosa intensidade (6-8 repetições), em 8-10 exercícios e 1-3 séries. Ressaltando que não existem propostas específicas para idosos.

O exercício físico como estratégia para o controle glicêmico atua aumentando a sensibilidade a insulina e o transporte da glicose para os tecidos de forma independente da insulina (STANFORD; GOODYEAR, 2014; JESSEN; GOODYEAR, 2005; HANSEN *et al.*, 1998). Especificamente em relação ao treinamento de força, embora ganhos de massa magra possam ter uma positiva associação com o aumento da captação de glicose, o treino de força parece aumentar a sensibilidade a insulina, reduzindo os níveis de HbA1c, mesmo sem incrementar a massa muscular (ANDERSEN *et al.*, 2003; POEHLMAN *et al.*, 2000), por meio de melhoras na via de sinalização da insulina e do transporte de glicose (HOLTEN *et al.* 2004).

Melhorias na composição corporal também são bastante relevantes para melhorar o controle glicêmico, como a redução nos níveis de gordura visceral (BACCHI *et al.*, 2012; IBAÑEZ *et al.*, 2005; MOURIER *et al.*, 1997). A obesidade é um fator de risco independente para desenvolvimento do diabetes, mas mais do que isso existe uma forte relação da distribuição do tecido adiposo na região abdominal e a sensibilidade a insulina (CEFALU *et al.* 2005; GOODPASTER; THAETE; KELLEY, 2000b; ABATE *et al.*, 1995; COON *et al.*, 1992). Segundo Preis *et al.* (2010), apesar de ambos, tecido adiposo subcutâneo e visceral, estarem associados com a resistência à insulina, a associação é mais forte com o tecido adiposo visceral. Em partes a associação se justifica pela maior liberação de citocinas inflamatórias do tecido adiposo visceral e a sua relação inversa com os níveis de adiponectina (KERSHAW e FLIER, 2004). Além da relação resistência à insulina e concentração de gordura abdominal, o envelhecimento está associado a um aumento na infiltração de gordura intramuscular (DELMONIO *et al.*, 2009), que também se mostra um forte indicador de resistência à insulina (ZOICO *et al.*, 2010; GOODPASTER; THAETE; KELLEY 2000b). Contudo, faltam investigações à cerca do efeito do treinamento de força nas modificações tanto da gordura visceral, como da infiltração de gordura no músculo esquelético em pacientes idosos com DM2.

2.3 Efeitos do envelhecimento e do DM2 nos parâmetros neuromusculares

O termo sarcopenia (do grego sarx = carne e penia = perda) foi primeiramente proposto por Rosenberg (1997) para descrever o declínio de massa muscular relacionado ao envelhecimento. Essa perda resulta em redução de força, taxa metabólica, capacidade aeróbica e, então, capacidade funcional. A etiologia da sarcopenia é multifatorial, sendo que os principais fatores são: hereditariedade genética, status nutricional, nível de atividade física, mudanças hormonais, resistência à insulina, aterosclerose e mudanças nos níveis de citocinas pró-inflamatórias (FIELDING *et al.*, 2011). Originalmente se pensava que a magnitude de perda de massa muscular explicaria diretamente a fraqueza muscular observada em idosos, mas recentes trabalhos sugerem que outros fatores fisiológicos têm papel importante (RUSS *et al.*, 2012). Além disso, o declínio da força ocorre mais rapidamente que o declínio na massa muscular, sendo que a manutenção ou ganho de massa não previne a perda de força (DELMONICO *et al.*, 2009; GOODPASTER *et al.*, 2006; FRONTERA *et al.* 2000). Mais acentuado do que o declínio de força é o da potência muscular em idosos, demonstrando a dificuldade em produzir força de forma veloz conforme o envelhecimento, principalmente explicado pelo comprometimento das fibras rápidas nessa população (SKELTON *et al.*, 1994).

Em 2008, um novo termo para definir a perda de força muscular com a idade foi chamado de dinapenia, que compreende não só o declínio de massa muscular, mas também outros mecanismos que contribuem para queda de força ao longo do envelhecimento (CLARK; MANINI, 2008). Uma combinação de fatores musculares e neurais, como a redução do *drive* excitatório descendente dos centros supraespinais, mudanças na estrutura e função actina-miosina e infiltração de adipócitos nas fibras musculares podem levar ao quadro de dinapenia (MANINI; CLARK, 2012).

Em idosos diabéticos os valores de força, potência e massa muscular sofrem declínio ainda maior do que nos seus pares saudáveis (GUERRERO *et al.*, 2016; KALYANI *et al.*, 2013; PARK *et al.*, 2009; ANDERSEN *et al.*, 2004). Park *et al.* (2007) mostraram que idosos com DM2 possuem 30% maior declínio na força muscular, ao longo de três anos de acompanhamento, quando comparado aos saudáveis, o que é bastante prejudicial, visto que baixos níveis de força estão relacionados ao pior desempenho funcional (IJZERMAN *et al.*, 2012), ao risco de mortalidade (NEWMAN *et al.*, 2006), bem como maior risco de desenvolver limitações de mobilidade (VISSER *et al.*, 2005). Ainda, segundo Sacchetti *et al.* (2013) diabéticos tipo 1 e 2 possuem comprometimento da função neural, com redução na velocidade

de condução do potencial de ação e pior desempenho em testes de força de alta velocidade, comparado aos saudáveis.

Da mesma maneira que a força muscular, Park *et al.* (2009) identificaram um rápido declínio de massa muscular em idosos com DM2, especialmente nos casos ainda não identificados, sugerindo que o efeito da doença na massa muscular se manifesta até mesmo nos estágios iniciais. O diabetes e a sarcopenia podem compartilhar alguns caminhos etiológicos comuns, como o baixo nível de atividade física, e sua associação pode ser explicada por características comuns do diabetes, incluindo menor atividade de hormônios anabólicos. Mesmo em indivíduos saudáveis, Kalyani *et al.* (2012) mostraram que maiores valores de glicose e insulina, tanto em jejum como pós prandial, estão relacionados a menores valores de massa muscular. Segundo Landi, Onder e Bernabei (2013) três questões principais explicam a relação entre diabetes e sarcopenia: a) a resistência à insulina do músculo esquelético, que seria a principal associação entre sarcopenia e diabetes; b) a hiperglicemia, que é associada com múltiplas anormalidades metabólicas, potencialmente relacionadas com dano nas células musculares, elevação da concentração plasmática de ácidos graxos livres e melhora nos níveis de citocinas inflamatórias, que podem induzir o processo de proteólise no músculo esquelético; c) o papel relevante da insulina no anabolismo de proteínas do músculo esquelético.

Contrapondo resultados acima, alguns estudos sugerem que idosos com DM2 possuem quantidade adequada de massa músculo-esquelética, geralmente como consequência do seu excesso de massa corporal total, mas piores valores de força e capacidade funcional (VOLPATO *et al.*, 2012; PARK *et al.*, 2006). Desta maneira, para a população idosa diabética é importante considerar medidas que levem em conta não apenas a força ou a massa muscular separadamente, mas uma interação entre essas características, como a medida de qualidade muscular.

Dois formas de avaliação da qualidade muscular são mais comuns, sendo uma delas o cálculo da tensão específica, que considera o comportamento da força muscular por área muscular (BARBAT-ARTIGAS *et al.*, 2012; NEWMAN *et al.*, 2003; LYNCH *et al.*, 1999). Se a redução de força muscular com o processo de envelhecimento fosse apenas resultante da perda de massa muscular, a qualidade muscular deveria se manter constante ao longo do tempo. No entanto, não é o que ocorre com o processo de envelhecimento, pois existe uma queda da qualidade muscular (DELMONICO *et al.*, 2009; GOODPASTER *et al.*, 2006; NEWMAN *et al.*, 2003), mostrando que outros fatores interferem para o declínio de força nos idosos.

A outra forma de mensurar a qualidade muscular, se faz por meio da eco intensidade da imagem do músculo, sendo que o método por ultrassonografia tem sido bastante utilizado por ser mais acessível e possuir menor custo em relação aos outros métodos de imagem, como a ressonância magnética e a tomografia computadorizada (FRAGALA; KENNY ; KUCHEL 2015; RECH *et al.*, 2014; WATANABE *et al.*, 2013; FUKUMOTO *et al.*, 2012). Essa análise compreende um índice obtido por uma escala de cinza dos pixels individuais de uma imagem de ultrassom, que se correlaciona com a infiltração de gordura e o tecido fibroso intramuscular (WATANABE *et al.*, 2013; FUKUMOTO *et al.*, 2012, PILLEN *et al.*, 2009). A escala de cinza varia em unidades arbitrárias que vão de 0 (preto) a 255 (branco). Para Watanabe *et al.* (2013), o aumento da eco intensidade da imagem de ultrassom representa uma mudança causada por aumento do tecido adiposo e fibroso intramuscular.

Os músculos envelhecidos, bem como afetados por doenças neuromusculares parecem mais esbranquiçados, devido a um aumento no conteúdo de tecido fibroso e adiposo intramuscular (NISHIHARA *et al.*, 2014). Pacientes obesos com DM2 possuem menor qualidade do músculo esquelético, relacionada ao seu conteúdo lipídico, quando comparados a indivíduos magros saudáveis (GOODPASTER *et al.*, 2000a). Essa medida tem sido bastante utilizada com a população idosa, uma vez que o decréscimo de força com a idade está também relacionado com diversas modificações que ocorrem na composição corporal (DELMONICO *et al.*, 2009). Além disso, a infiltração de gordura no tecido muscular tem forte correlação com todas as causas de mortalidade em idosos (ZHAO *et al.* 2016; MILJKOVIC *et al.*, 2015) e com a resistência à insulina (ZOICO *et al.*, 2010; GOODPASTER *et al.* 2000a).

A taxa de declínio da qualidade muscular ao longo do tempo é mais acentuada que a queda de força e massa muscular separadamente. Goodpaster *et al.* (2006) observaram, em homens e mulheres saudáveis entre 70-79 anos, que após três anos a taxa anual de declínio da força foi -3,42% e -4,12% em homens brancos e negros, respectivamente, e -2,65% e -2,97% em mulheres brancas e negras. Essas taxas de declínio na força foram três vezes maiores do que as taxas de perda anual na massa muscular dos membros inferiores, que foi de aproximadamente -1% ao ano em qualquer sexo ou raça. Já a tensão específica diminuiu entre -5,43% a -8,61% entre os grupos e sexos.

Declínios mais acentuados nos diabéticos em comparação aos saudáveis também ocorrem para a qualidade muscular, sendo que a relação dessa variável parece ser inversa a duração da doença (piores valores com duração ≥ 6 anos) e ao controle glicêmico (piores

valores para HbA1c > 8,0%), independentemente de sexo e membro superior ou inferior (Park *et al.*, 2006).

Conforme o que foi descrito acima, a avaliação não apenas da força e/ou da massa muscular, mas a qualidade muscular é de suma importância para verificar a saúde neuromuscular de idosos diabéticos, bem como para delinear futuras intervenções que possam melhorar esses parâmetros.

2.4 Efeitos do envelhecimento e do DM2 na capacidade funcional

Pacientes com DM2 tem um alto risco de desenvolver incapacidade física após os 60 anos de idade, quando comparado a sujeitos não diabéticos (LEENDERS *et al.*, 2013; VOLPATO *et al.*, 2012 e 2002; GREGG *et al.*, 2000), mostrando maior dificuldade em caminhar ¼ milha, subir escadas, levantar da cadeira e pobre equilíbrio comparado aos normoglicêmicos (KALYANI *et al.*, 2010). Apesar de não estar completamente entendido porque os declínios na mobilidade e desempenho funcional são maiores nos idosos com DM2, essa relação é de causa multifatorial, incluindo a interação entre condição médica coexistente, complicações relacionadas ao diabetes (VOLPATO *et al.*, 2002) e o pobre controle glicêmico (BOSSONI *et al.*, 2008).

Em mulheres idosas com DM2, condições crônicas, incluindo doenças cardiovasculares, doença arterial periférica, sobrepeso, depressão e redução da visão explicaram menos de 60% do risco de limitação severa na caminhada (VOLPATO *et al.*, 2002). No estudo *Invecchiare in Chianti, aging in the Chianti area- InCHIANTI*, condições crônicas, incluindo doenças cardiovasculares e cerebrovasculares, doença arterial periférica, neuropatia periférica, sobrepeso e declínios cognitivos, explicaram aproximadamente 18% e 30% da associação entre diabetes e limitação funcional nos testes de quatro e 400 metros, respectivamente (VOLPATO *et al.*, 2012). Ainda, estudo de Kalyani *et al.* (2012), usando dados do *Women's Health and Aging Study II*, mostrou em idosas diabéticas que valores de HbA1c $\geq 8,0$ % (valores de referência de HbA1c <5,5 %) foram associados com aproximadamente três vezes maior risco de incidência de fragilidade e de três a cinco vezes maior risco de redução da mobilidade dos membros inferiores. De acordo com Kalyani *et al.* (2010), o controle glicêmico junto as complicações associadas a doença explicam 85% do excesso de risco de limitação de mobilidade associado ao diabetes.

Compilando as complicações associadas ao diabetes e o pobre controle glicêmico, esses fatores ainda não explicam completamente a relação diabetes e incapacidade funcional, indicando que possivelmente os decréscimos mais acentuados na função neuromuscular, encontrados nos idosos diabéticos, também podem colaborar para um pior desempenho funcional.

Em estudo de Volpato *et al.* (2012), características musculares dos membros inferiores, como força e qualidade muscular explicaram 24,3% e 15,1% da diferença na velocidade de caminhada entre diabéticos e não diabéticos, nos testes de 4 e 400 metros respectivamente. Esses resultados corroboram com achados de Leenders *et al.* (2013) que investigaram se as diferenças na massa muscular e / ou força poderiam corresponder em diferenças na capacidade funcional de pessoas idosas com e sem diabetes. De acordo com os resultados quanto menores os valores de força de extensão do joelho, maior o tempo de desempenho no teste de sentar e levantar da cadeira, comparado com os controles normoglicêmicos. Além da associação da força, qualidade muscular e espessura muscular com o desempenho funcional, Visser *et al.* (2005) mostraram que maior infiltração de gordura no músculo está associada com aumento do risco de perda de mobilidade em homens e mulheres idosos, saudáveis.

Conforme já está bem documentado nos estudos acima citados, existe um comprometimento do desempenho funcional em idosos diabéticos, mas ainda é necessário maior esclarecimento de que forma fatores neuromusculares, que também estão mais comprometidos nessa população, podem influenciar a condição funcional, permitindo a aplicação de estratégias que minimizem essa condição.

2.5 Efeitos do treinamento de força nos parâmetros neuromusculares de idosos diabéticos

Além de melhorar o controle da glicemia, conforme descrito em tópico específico nessa revisão, o treino de força pode ser considerado uma excelente estratégia, no caso da população idosa diabética, devido às melhorias de ordem neuromuscular, como melhora da qualidade muscular, da força muscular e da espessura muscular, que estão bem documentadas em idosos saudáveis (FRAGALA *et al.*, 2014; RADAELLI *et al.*, 2013; TRACY *et al.*, 1999). O músculo esquelético é um grande reservatório de glicose no corpo e o exercício é um poderoso estimulante da captação de glicose. Entre as estratégias de treino, os exercícios de força com sua ação direta sobre o músculo esquelético, possuem importante papel no tratamento de

pacientes com DM2, aliando o objetivo de minimizar as incapacidades de ordem neuromuscular geradas pelo envelhecimento e pela própria doença, além do controle da glicemia.

A maior parte dos estudos encontrados na literatura com treinamento de força e diabetes teve como desfecho principal o controle glicêmico. Mesmo que importantes ensaios clínicos randomizados tenham avaliado a força e quantidade de massa magra (MAVROS *et al.*, 2013; CHURCH *et al.*, 2010; SIGAL *et al.*, 2007, CASTANEDA *et al.*, 2002), poucos são os estudos encontrados na literatura que direcionaram a avaliação do efeito do treinamento a parâmetros neuromusculares. Brandon *et al.* (2003) investigaram o efeito do treinamento de força em testes funcionais (subir e descer escada, TUG e caminhada) e na força de idosos com diabetes, mostrando que houve melhora da força e no desempenho do teste de descer escada, pós treinamento. Brooks *et al.* (2007) mostraram melhora da qualidade muscular, da força e da hipertrofia das fibras musculares tipo I e II, pós 16 semanas de treinamento de força, em adultos e idosos acima de 55 anos. O efeito do treinamento sobre variáveis como a qualidade muscular avaliada por eco intensidade, a força explosiva e capacidade funcional carecem de informação.

Com tudo que foi descrito anteriormente, iniciando pela importância do treino de força no controle glicêmico, já bem documentada, passando pelos efeitos deletérios do envelhecimento ainda mais acentuados quando associados ao diabetes e que colaboram com a piora de desempenho funcional nessa população, e observando a falta de estudos que priorizem a avaliação do efeito do treinamento de força sobre parâmetros neuromusculares, ainda se faz interessante a realização de estudos dentro dessa proposta.

3. MÉTODOS

3.1 Delineamento da pesquisa

O presente estudo é um ensaio clínico randomizado - *Diabetes Resistance Training Adaptations in Elderly* (NCT02548000) - no qual os efeitos de um programa de treinamento de força em idosos com DM2 foram comparados com um grupo controle de idosos com DM2 que não realizou treinamento de força. O grupo intervenção (GI) realizou treinamento de força três vezes por semana, durante 12 semanas. Enquanto o grupo controle (GC) participou de aula de alongamento em grupo, em uma sessão semanal, durante as 12 semanas.

3.2 População e amostra

A população estudada foi de homens e mulheres com DM2. Para integrar a amostra os sujeitos deviam estar dentro dos critérios de inclusão do estudo:

- Idade igual ou acima de 60 anos;
- Índice de massa corporal (IMC) entre 18,5 kg/m² – 34,9 kg/m², considerados indivíduos normais e obesidade grau I, respectivamente, pela Organização Mundial da Saúde;
- Não estar praticando ou ter praticado treino de força 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 possuísse quadro de hipertensão arterial, que fosse controlada;
- Concentração plasmática de HbA1c \geq 6,5%, conforme exame laboratorial de no máximo seis meses anteriores ao início do estudo.

Foram considerados os seguintes critérios de exclusão: neuropatia autonômica ou neuropatia periférica severa, retinopatia diabética proliferativa, retinopatia diabética não proliferativa, insuficiência cardíaca não compensada, angina instável, amputações periféricas, insuficiência renal crônica, depressão clínica e comprometimento músculo-esquelético que limitasse a realização de exercícios físicos, uma vez que sujeitos que possuem essas complicações apresentam risco acentuado com a prática de exercícios físicos ou mesmo contraindicação.

3.2.1 Recrutamento da amostra

O recrutamento da amostra foi feito de forma não-aleatória voluntária. Os sujeitos foram recrutados por convite oral ou por meios de comunicação, como jornal, redes sociais, cartazes e panfletos. O processo de divulgação e recrutamento dos pacientes ocorreu três vezes, uma vez em cada um dos semestres 2015/02, 2016/01 e 2016/02, com duração de três meses. O texto utilizado para recrutamento dos sujeitos no jornal, redes sociais, bem como cartazes, foi o seguinte:

A Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança (ESEFID) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) convida homens e mulheres com idade igual ou acima de 60 anos, que possuam diagnóstico de diabetes mellitus tipo 2 para participar de um de treinamento de musculação ou alongamento, durante o período de 3 meses, 3 vezes por semana, realizado na ESEFID-UFRGS. A participação é gratuita. Importante que os interessados não estejam praticando exercício físico regular e controlado por um período mínimo de 6 meses e não possuam problemas musculares ou articulares que limitem a prática de exercícios. Maiores informações serão dadas aos interessados pelo telefone (51) 92714019 ou (51) 33085845 com a Professora Cíntia Ehlers Botton.

3.2.2 Cálculo amostral

O cálculo amostral foi realizado a partir dos valores da diferença das médias e desvio padrão de estudos prévios, para o desfecho primário qualidade muscular (RADAELLI *et al.*, 2013; TRACY *et al.*, 1999), resultando em um n total de 18 sujeitos. No entanto, para o desfecho secundário HbA1c (CASTANEDA *et al.*, 2002) o n encontrado foi de 36 sujeitos. Com isso, visando identificar efeitos do treino também em desfechos secundários, foi considerado o n de maior valor encontrado. Esse tamanho de amostra é suficiente para estimar uma redução de 1% da HbA1c com o programa de treino de força, ao mesmo tempo que possibilita verificar uma melhora de 13% na qualidade muscular, com um poder estatístico de 80% e um α de 0,05. Considerando o percentual de perdas de aproximadamente 20% (UMPIERRE *et al.*, 2011) o n total considerado foi de 42 sujeitos, sendo que inicialmente foram alocados 21 sujeitos no grupo GI e os outros 21 no GC. Devido as perdas que ocorreram nos dois primeiros semestres do projeto, mais dois sujeitos foram selecionados no terceiro semestre de recrutamento.

3.2.3 Randomização

Os sujeitos foram alocados nos dois grupos (GI e GC) de acordo com randomização em blocos de oito, estratificada por sexo, com proporção de 1:1 e de forma oculta. A sequência de randomização foi obtida por computador, realizado por um pesquisador que não teve contato

com o estudo. Conforme os pacientes incluídos na amostra finalizavam as sessões de teste pré treinamento, os mesmos foram alocados em um dos grupos. Na alocação dos indivíduos foi mantido sigilo, informado pelo mesmo pesquisador que gerou a sequência de randomização, via e-mail, com o número e sexo do participante.

3.3 Desfechos avaliados

3.3.1 Desfecho primário

A qualidade muscular avaliada por tensão específica e por eco intensidade.

3.3.2 Desfechos secundários

- Desfechos neuromusculares: força muscular (dinâmica e isométrica) e espessura muscular.
- Desfecho funcional: desempenho em testes funcionais (sentar e levantar da cadeira, *timed up and go* (TUG) e subir escada;
- Desfecho de composição corporal: gordura visceral;
- Desfechos bioquímicos: níveis séricos de glicemia de jejum, HbA1c, triglicerídeos, colesterol total, colesterol-HDL e colesterol-LDL;
- Desfecho qualidade de vida;
- Desfecho nível de atividade física.

3.4 Medidas de caracterização da amostra

Valores coletados no momento pré treinamento, de:

- Idade;
- Estatura;
- Massa corporal total;
- IMC;

- Medicação utilizada;
- HbA1c;
- Tempo de doença (duração do DM2).

3.5 Desenho experimental do estudo

O desenho experimental do estudo está apresentado na Figura 1.

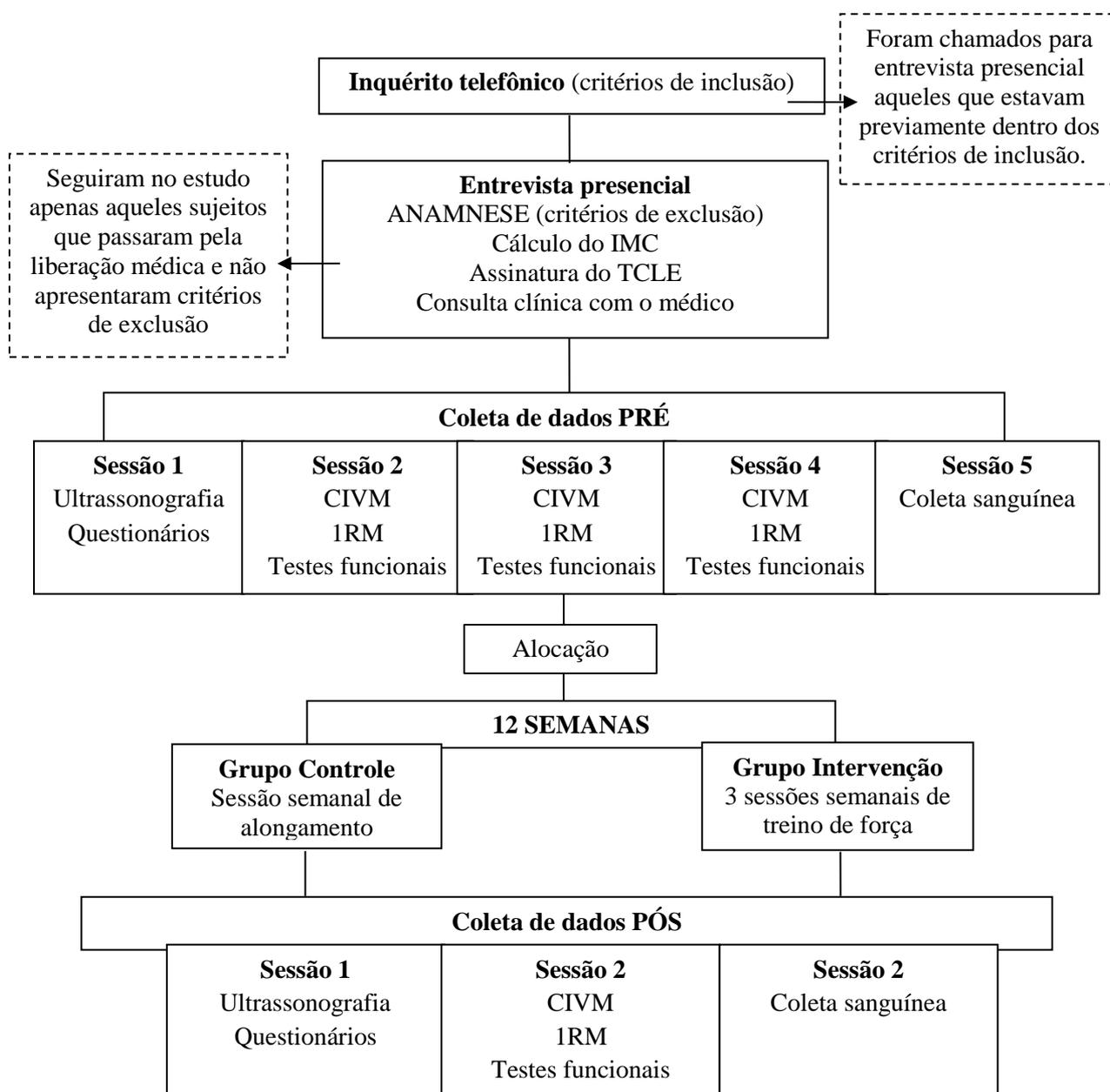


Figura 1. Desenho experimental do estudo. Entre cada uma das sessões de coleta de dados, no pré e no pós, foi dado intervalo mínimo de 48 horas. IMC = índice de massa corporal; TCLE = termo de consentimento livre e esclarecido; CIVM= contração isométrica voluntária máxima; 1RM = teste de uma repetição máxima.

3.6 Procedimentos para coleta de dados

Após aprovação do projeto pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS (parecer 1043614) e do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA) (parecer 1139454), foi realizado o recrutamento dos voluntários, conforme referido anteriormente. A triagem inicial foi realizada via telefone, momento em que os sujeitos foram questionados sobre a presença de DM2 e sobre os demais critérios de inclusão. A partir desse primeiro contato, os possíveis participantes elegíveis foram convidados a comparecer ao laboratório para entrevista presencial, sendo que foi solicitado aos sujeitos que levassem no dia da entrevista exame laboratorial com valor da HbA1c, para confirmação do diagnóstico de DM2, bem como eletrocardiograma de esforço, prévios. Nesse dia foram abordadas questões referentes aos critérios de exclusão. Os sujeitos responderam uma ANAMNESE (ANEXO 1) e nesse mesmo dia foi mensurada a massa corporal total e a estatura para cálculo do IMC. Caso o sujeito se enquadrasse na amostra, o mesmo assinou o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) (ANEXO 2). Aqueles sujeitos que não possuíam teste de esforço prévio (até um ano anterior) foram encaminhados ao médico cardiologista do laboratório para realização do teste, de forma gratuita. Caso o sujeito fosse liberado para a prática de exercício físico, o mesmo era convidado a retornar ao laboratório para as demais sessões de coletas de dados, conforme seguem abaixo:

Sessão 1: Os sujeitos compareceram ao laboratório em jejum para o exame de ultrassonografia (gordura visceral e espessura muscular). Nesse mesmo dia os sujeitos responderam aos questionários de qualidade de vida e de atividade física.

Sessão 2: Os sujeitos foram familiarizados com o teste de contração isométrica voluntária máxima (CIVM), uma repetição máxima (1RM) e funcionais.

Sessão 3: Os sujeitos realizaram coleta de dados dos testes de CIVM, 1RM e funcionais.

Sessão 4: Os sujeitos realizaram re-teste para coleta de dados nos testes CIVM, de 1RM e funcionais.

Sessão 5: Os sujeitos compareceram em jejum, para coleta sanguínea.

As medidas neuromusculares CIVM, 1RM e testes funcionais foram realizadas três vezes, com intuito de familiarizar o sujeito com o teste (sessão 1), testar (sessão 2) e re-testar (sessão 3). A partir dessas medidas foi possível obter valores de reprodutibilidade das mesmas, no momento pré treinamento, conforme consta na Tabela 1. Para tanto, foi calculado o erro típico e o coeficiente de variação das medidas, conforme sugerido por Hopkins (2000): Erro

típico = desvio-padrão da diferença entre o teste e o re-teste / $\sqrt{2}$; Coeficiente de variação % = [Erro típico da diferença teste e re-teste / média dos valores do teste e re-teste] * 100.

Tabela 1. Valores de erro típico e coeficiente de variação das variáveis neuromusculares e funcionais.

| Variáveis | Erro típico | Coeficiente de variação (%) |
|-----------------------|-------------|-----------------------------|
| 1RM (kg) | 0,77 | 2,55 |
| CIVM (N.m) | 6,82 | 4,54 |
| Escada (s) | 0,25 | 5,79 |
| TUG (s) | 0,39 | 5,11 |
| Sentar e levantar (s) | 1,70 | 7,50 |

1RM: Uma repetição máxima; CIVM: Contração isométrica voluntária máxima; TUG: *timed up and go*.

Após o período de 12 semanas, os sujeitos realizaram as coletas de dados em três dias:

Sessão 1: Os sujeitos compareceram ao laboratório em jejum para o teste de ultrassonografia e responderam aos questionários de qualidade de vida e atividade física.

Sessão 2: Os sujeitos realizaram coleta de dados dos testes de CIVM, 1RM e funcionais.

Sessão 3: Os sujeitos compareceram em jejum, para coleta sanguínea.

As coletas de dados pré e pós foram realizadas no Laboratório de Pesquisa do Exercício (LAPEX) da ESEFID/UFRGS, com exceção da coleta sanguínea que foi realizada no Centro de Pesquisa Clínica do HCPA. O treinamento de força e também as aulas de alongamento foram realizadas na sala de musculação da EsEFID / UFRGS.

3.7 Avaliações

Cada uma das avaliações foi sempre realizada pelo mesmo avaliador, o qual possuía experiência com a avaliação realizada e utilizou sempre os mesmos critérios de avaliação. Entre cada um dos dias de avaliação foi dado intervalo mínimo de 48 horas. Todas as avaliações foram realizadas no momento pré e no momento pós treinamento.

3.7.1 Desfecho primário

Qualidade muscular por eco intensidade

A análise da eco intensidade foi realizada a partir das mesmas imagens coletadas para a mensuração da espessura muscular do músculo RF por ultrassonografia. A análise foi realizada *no software* Image-J (versão 1.37, *National Institute of Health*, Estados Unidos da América) baseado em uma escala de cinza (0 = preto e 255 = branco) calculada pelo próprio *software* e expressa em unidades arbitrárias (PILLEN *et al.*, 2006). 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 análise foi realizada em três imagens do músculos, sendo que uma média dessas foi considerada para posterior análise.

Qualidade muscular por tensão específica

A tensão específica foi avaliada tanto para a força máxima isométrica, como para a força máxima dinâmica, pela divisão dos valores de pico de torque e de 1RM pela espessura muscular total do quadríceps, respectivamente. O valor resultante expressa a força muscular voluntária por unidade de massa muscular treinada. Os valores de força utilizados para calcular a tensão específica foram os maiores valores de pico de torque e de 1RM, entre os dias de teste e re-teste, para a isométrica e dinâmica, respectivamente. Para a espessura muscular foi utilizado o somatório da espessura dos músculos que compõem o quadríceps femoral vasto lateral (VL), vasto medial (VM), vasto intermédio (VI) e RF.

3.7.2 Desfechos secundário

Neuromusculares

Força máxima dinâmica

O teste de força máxima dinâmica, representado pelo teste de 1RM, foi realizado em uma cadeira extensora (Können Gym, China), de resistência variada, mesmo equipamento que foi utilizado durante todo o treinamento. O encosto da cadeira foi ajustado para cada

sujeito e a posição inicial do joelho esteve no ângulo de 90° de flexão (0°=extensão máxima). Um suporte metálico, externo ao aparelho foi utilizado para marcar o ângulo de extensão completa do joelho, particular a cada indivíduo, permitindo que a mesma amplitude de movimento fosse executada antes e após o treinamento. O mesmo investigador estava presente para orientar e avaliar se a extensão foi máxima e se o movimento foi executado dentro do seu padrão correto. O teste foi realizado no membro direito dos sujeitos.

Antes de iniciar o teste, o sujeito realizou um aquecimento com repetições submáximas. Posteriormente, foi escolhido um peso inicial, dentro da capacidade percebida do indivíduo. A carga de 1RM foi encontrada por tentativa e erro, sendo que foi realizado um máximo de 4 tentativas com intervalo de recuperação de 3 minutos entre elas. Para tanto a carga foi sendo incrementada progressivamente até que fosse encontrada a carga com a qual apenas uma repetição fosse realizada. Aos sujeitos foi dada a instrução de realizar o movimento com ritmo controlada, evitando realizar o movimento rapidamente. A falha foi definida como a incapacidade de executar extensão e flexão de joelho completa e não tocando o suporte metálico que delimitava a amplitude de movimento de cada sujeito. O maior valor entre os dias de teste e re-teste foi utilizado para posterior análise no momento pré treinamento, bem como o maior valor da sessão pós treinamento.

Força máxima isométrica

O teste de força máxima isométrica, representado pela CIVM de extensão de joelho foi realizado no dinamômetro isocinético (Cybex Norm, Estados Unidos da América), sendo que o mesmo foi calibrado e ajustado conforme instrução do fabricante. Antes de iniciar o teste os sujeitos realizaram um aquecimento de 15 repetições a 60°/s. Após aquecimento os sujeitos fizeram uma tentativa de familiarização, seguida de três tentativas válidas, com intervalo de 120 segundos entre elas. O joelho dos sujeitos foi mantido em 60° (considerando 0 a extensão completa), sendo que o centro articular foi alinhado visualmente com o eixo de rotação do braço de alavanca do dinamômetro. Cada contração foi realizada durante cinco segundos e os sujeitos foram instruídos a iniciar a contração o mais rápido e mais forte possível (SAHALY *et al.* 2001). Durante o período de teste os sujeitos foram incentivados verbalmente. O pico de torque foi considerado o maior valor de torque durante a contração. O maior valor entre os dias de teste e re-teste foi utilizado para posterior análise.

Espessura muscular

A espessura muscular dos músculos VL, VM, VI e RF do membro direito foram obtidas por meio de imagem, capturada em B-modo por um aparelho de ultrassom (Nemio XG, Toshiba, Japão) com uma sonda linear de 38 mm e com frequência de amostragem de 9,5 MHz (70 mm de profundidade, 90 db de ganho). Antes do início da captação das imagens, os sujeitos ficaram 10 minutos em decúbito dorsal com os membros inferiores estendidos e relaxados para estabilização do fluxo de líquidos corporais (ARROYO *et al.*, 2016), permanecendo nessa posição durante a avaliação. 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 perpendicularmente à musculatura avaliada. O mesmo pesquisador realizou todas as imagens e controlou a pressão do transdutor sobre a pele. Apenas o membro direito dos sujeitos foi avaliado.

O ponto para avaliação do RF e do VI foi marcado em 50% do comprimento entre a espinha íliaca ântero-superior e a borda superior da patela, enquanto para o VL foi utilizado 50% do comprimento entre a crista ilíaca ântero-superior e o epicôndilo lateral do fêmur, e para o VM foi utilizado 30% desse comprimento (KORHONEN *et al.*, 2009). Os pontos foram marcados com caneta dermatográfica, sendo que três imagens foram captadas no mesmo ponto, para cada músculo. Para assegurar os mesmos pontos de captura das imagens pré e pós treinamento foi utilizado o sistema de mapas proposto por Narici *et al.* (1989), no qual uma folha transparente é posicionada sobre o membro do indivíduo e nela é marcado o ponto de avaliação e também sinais, tatuagens e outras marcas permanentes que possam ajudar a identificar o local de avaliação.

A análise das imagens foi realizada no *software* Image-J (versão 1.37, *National Institute of Health*, Estados Unidos da América). Para a determinação da espessura do músculo VI foi identificada a distância entre o tecido ósseo (fêmur) e a aponeurose superior do músculo; para o RF foi identificada a distância entre a borda inferior do tecido adiposo subcutâneo e a aponeurose inferior; para o VL foi identificada a distância entre a borda inferior do tecido adiposo subcutâneo e a aponeurose inferior; para o VM foi identificada a distância entre o tecido ósseo (fêmur) e a borda inferior do tecido adiposo subcutâneo. A análise foi realizada para cada um dos músculos individualmente, bem como para total do quadríceps (VL + VI + RF + VM) (RADAELLI *et al.*, 2013, CADORE *et al.*, 2012).

Desfecho funcional

Teste de subir escada

Partindo da posição em pé, ao pé da escada, os sujeitos foram instruídos a subir o mais rápido possível, sem correr ou saltar, um lance de escada com 10 degraus, cada um deles com 16 cm de altura. O sujeito foi incentivado a não utilizar o corrimão, apenas caso fosse necessário (GALVÃO; TAAFFE, 2005). Um cronômetro foi disparado assim que o sujeito colocou um dos pés no primeiro grau e foi travado assim que o sujeito estivesse com os dois pés no solo, no último degrau do topo da escada. Três tentativas foram realizadas para cada sujeito, com um minuto de intervalo entre elas, sendo considerado o tempo de menor duração entre tentativas do dia de re-teste, no pré treinamento, e o menor valor da sessão pós treinamento, para posterior análise.

Teste de sentar e levantar

Os sujeitos foram instruídos a realizar 10 repetições, o mais rápido possível, partindo da posição sentada, em uma cadeira com 43 cm de altura do chão até o acento (TAKAI *et al.*, 2009). O tempo para realizar o teste foi gravado utilizando um cronômetro. Os sujeitos partiram da posição sentada, com as costas apoiadas no encosto da cadeira e os braços cruzados sobre os ombros, sendo que mantiveram os mesmos cruzados durante todo período do teste. O teste iniciou ao sinal verbal de “vai” e foi finalizado quando o sujeito completou a décima repetição, atingindo a posição totalmente vertical. Três tentativas foram realizadas para cada sujeito, com um minuto de intervalo entre elas, sendo considerado o tempo de menor duração entre tentativas do dia de re-teste, no pré treinamento, e o menor valor da sessão pós treinamento, para posterior análise.

Teste Timed Up and Go (TUG)

O teste consistiu no tempo máximo necessário para cada sujeito levantar de uma posição sentada (costas apoiadas no encosto da cadeira, pés posicionados em paralelo sobre o chão e braços cruzados na altura do peito, para que não houvesse auxílio das mãos), caminhar três

metros em linha reta, contornar um cone e retornar à posição sentada inicial (PODSIADLO; RICHARDSON, 1991). Os sujeitos foram instruídos a caminhar o mais rápido possível, sem correr ou saltar. Três tentativas foram realizadas para cada sujeito, com um minuto de intervalo entre tentativas, sendo considerado o tempo de menor duração, do dia de re-teste, para posterior análise.

Desfecho de composição corporal

Gordura visceral

A medida de espessura da 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 músculo reto do abdome e a parede posterior da artéria aorta abdominal (DINIZ *et al.*, 2009).

Desfechos bioquímicos

Coletas e análises sanguíneas

A coleta de sangue foi realizada em jejum de 12-14 horas. Antes da coleta os pacientes repousaram sentados com o braço não dominante apoiado sobre uma mesa. Logo após, aproximadamente 10 ml de sangue foram coletados na veia da região antecubital do antebraço por um coletador capacitado, utilizando material descartável e esterilizado. A coleta foi realizada no Centro de Pesquisa Clínica do HCPA e as análises foram realizadas no Laboratório de Patologia Clínica do HCPA.

A determinação dos níveis de colesterol total foi estabelecida por método colorimétrico enzimático homogêneo, o colesterol HDL e os triglicerídeos por método colorimétrico enzimático e os níveis de glicose foram obtidos por método enzimático UV-Hexoquinase.

Todos os métodos foram realizados no equipamento Cobas c702 (Roche, Estados Unidos da América) . A HbA1c foi analisada pelo método de cromatografia líquida por troca iônica, no equipamento Variant II Turbo (BIO-RAD Laboratories, Estados Unidos da América). A concentração de colesterol LDL foi estimada pela equação de Friedewald (1972).

Desfecho qualidade de vida

A fim de verificar modificações na qualidade de vida dos sujeitos foi aplicado o questionário *Diabetes Quality of Life Measure - DQOL-Brasil* (CORRER *et al.*, 2008) (ANEXO 3). Esse questionário é auto-aplicável, constituído de 44 questões de múltipla escolha, organizadas em 4 domínios: satisfação (15 questões), impacto (18 questões), preocupações sociais/vocacionais (7 questões) e preocupações relacionadas ao diabetes (4 questões). As respostas estão organizadas em uma escala Likert de 5 pontos. A satisfação está distribuída em uma escala de intensidade (1 = muito satisfeito; 2 = bastante satisfeito; 3 = médio satisfeito; 4 = pouco satisfeito; 5 = nada satisfeito). As respostas dos domínios de impacto e das preocupações estão distribuídas em uma escala de frequência (1 = nunca; 2 = quase nunca; 3 = às vezes; 4 = quase sempre; 5 = sempre). Para análise foi utilizado valor de média em cada domínio e a média total das 44 questões. Quanto mais perto do valor 1, melhor a qualidade de vida.

Desfecho nível de atividade física

O questionário de atividade física habitual Baecke (ANEXO 4), modificado para idosos (MAZO *et al.*, 2001), foi aplicado sob forma de entrevista e tem como referência os últimos 12 meses, dividido em três domínios. O primeiro domínio abrange questões relacionadas às atividades físicas domésticas. O segundo e terceiro domínios correspondem à realização de atividades esportivas e às atividades de tempo livre, respectivamente. Para cada uma das seções o resultado é encontrado pelo somatório das atividades, sendo que para cada tipo de atividade existe um código referente a intensidade (ANEXO 5), número de horas e período do ano, sendo que cada atividade corresponde a um produto dessas três características. O nível de atividade física total foi calculado como a soma total das atividades dos três domínios. O questionário foi aplicado com objetivo de verificar se os participantes modificaram seu nível de atividade física

ao longo do estudo, pois esse poderia ser um fator de confusão nos efeitos do treinamento sobre os desfechos avaliados.

3.7.3 Variáveis de caracterização da amostra

Medidas antropométricas

A massa corporal total dos sujeitos foi mensurada em uma balança digital (Urano - PS 180, Brasil) e a estatura dos sujeitos foi mensurada em um estadiômetro. Para tanto, os sujeitos estavam descalços e com a menor quantidade de roupa possível. Esses valores foram aplicados na equação de IMC (kg/m²):

$$IMC = \frac{\text{massa corporal total (kg)}}{\text{estatura}^2 \text{ (m)}}$$

Duração da doença e medicação anti-hiperglicemiante

Tanto a duração da doença, como a utilização de medicação anti-hiperglicemiante foram avaliados por autorrelato na ANAMNESE (ANEXO 1), que foi aplicada na entrevista presencial. Os indivíduos foram questionados sobre quanto tempo conviviam com a doença, a partir da pergunta: Há quando tempo você foi diagnosticado com diabetes?

Em relação aos medicamentos utilizados, os sujeitos foram questionados sobre os medicamentos que faziam uso no período inicial do treinamento. Para tanto, os pacientes foram questionados quanto ao tipo de medicamento e dosagem. A maior parte dos pacientes trouxe receita médica dos medicamentos utilizados.

Níveis séricos de HbA1c

Avaliado por análise sanguínea, conforme referido anteriormente, no momento pré-treinamento.

3.8 Programa de treino de força

O programa de treino de força foi realizado pelo período de 12 semanas com frequência semanal de três vezes por semana. As 12 semanas foram divididas em três mesociclos de quatro semanas cada um. O treinamento foi composto por exercícios de força realizados nos equipamentos de musculação, com peso livre e também por exercícios funcionais, como subir e descer de uma caixa e agachamento. As sessões de treinamento foram realizados com no máximo três participantes por horário e acompanhamento individualizado por educadores físicos.

Para os exercícios de força em máquina ou com peso livre, o modelo de periodização foi linear com incremento das cargas e número de séries e redução do número de repetições realizadas, conforme descrito na Tabela 2. A intensidade do treino foi baseada em repetições máximas (RMs), por meio de um teste de repetições máximas na primeira sessão de treino, de modo que a carga fosse suficiente para realizar o número desejado de repetições. No entanto, uma vez que muitas pessoas possuíam quadro de hipertensão arterial, o número de repetições visadas em cada mesociclo foi menor que as RMs correspondentes à intensidade, com objetivo de que o indivíduo chegasse perto do máximo, mas não até a falha. Por exemplo, no primeiro mesociclo a intensidade foi de 15 RMs, mas os sujeitos realizaram 12 repetições. Sempre que a carga fosse considerada leve para realizar aquele número determinado de repetições as cargas eram incrementadas de 1 a 5kg. Os exercícios realizados foram: *leg press* unilateral, extensão de joelhos unilateral, flexão de joelhos, flexão plantar, supino inclinado na barra guiada, remada baixa, rosca bíceps alternado, tríceps na roldana, abdução e abdominal reto.

Tabela 2. Modelo de treinamento linear para os exercícios de força.

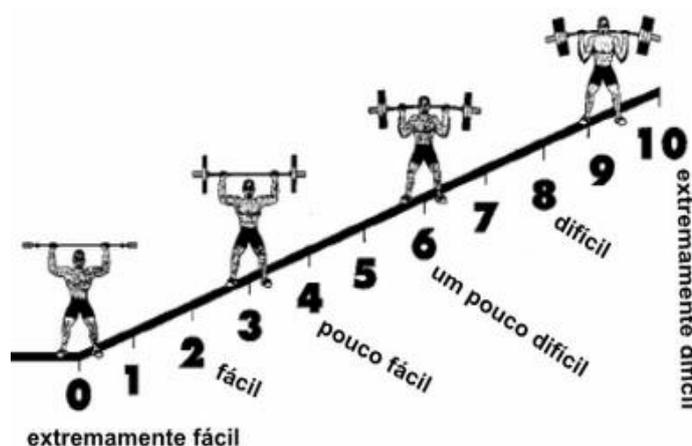
| Mesociclos | Repetições | Intensidade | Número de séries | Intervalo entre séries |
|------------|------------|-------------|------------------|------------------------|
| 1 | 12 | 15 RM | 2 | 1 min |
| 2 | 12 | 15 RM | 3 | 1 min |
| 3 | 10 | 12 RM | 3 | 1 min e 30 s |

Para os exercícios funcionais subir e descer da caixa e agachamento foi feito um incremento no volume de treino conforme consta na Tabela 3.

Tabela 3. Modelo de treinamento com incremento de volume para os exercícios funcionais.

| Mesociclos | Repetições | Número de séries | Intervalo entre séries |
|------------|------------|------------------|------------------------|
| 1 | 10 | 2 | 1 min |
| 2 | 10 | 3 | 1 min |
| 3 | 15 | 3 | 1 min e 30 s |

No exercício de subir e descer da caixa também foi incrementada a altura da caixa utilizada. Nesses exercícios, foi apresentado aos sujeitos a escala para exercícios de força de OMNI (ROBERTSON et al., 2003) (Figura 2), com objetivo de identificar a intensidade do exercício por percepção de esforço do indivíduo. Caso os sujeitos estivessem em um nível de esforço abaixo de 5, eram utilizados implementos como halteres e altura da caixa para aumentar a intensidade.

**Figura 2.** Escala para exercícios de força de OMNI, em português.

Em todas as sessões de treino de força, antes de iniciar e após o término, foi verificada a glicemia casual dos participantes a partir de um glicosímetro Accu-Check (Performa, Roche, Brasil). Da mesma maneira que a glicemia, sempre antes e após as sessões de treinamento foi mensurada a pressão arterial dos sujeitos, após cinco minutos de repouso sentados, por um monitor de pressão arterial automático (OMRON, Japão). As medidas de pressão arterial e glicemia casual foram realizadas com objetivo de evitar eventos adversos durante a prática ou após a finalização dos exercícios. Se o nível de glicemia antes do exercício fosse < 100 mg / dl e o sujeito fizesse uso de secretagogos de insulina, um sachê com aproximadamente 15 g de glicose seria fornecido ao sujeito e posteriormente seria mensurada novamente a glicemia. Caso

após a medida de glicemia casual o sujeito estivesse com quadro de hiperglicemia (> 300 mg/dl) o mesmo seria convidado a realizar de 5 a 10 minutos de esteira e caso os níveis glicêmicos reduzissem, ele poderia iniciar a sessão de treino. Ocorrendo o contrário, o treino ficaria inviabilizado nesse dia. No entanto, nenhum dos dois casos, hipo ou hiperglicemia, ocorreram durante o período de treinamento.

Depois das medidas iniciais, os sujeitos realizavam aquecimento em esteira ergométrica por 10 minutos, em uma velocidade individualmente considerada confortável para caminhada, e ao final da sessão de treino foram realizados alongamentos para os principais grupos musculares exercitados. A duração total da sessão de treinamento variou entre 70-60 minutos. Durante cada uma das 12 semanas de intervenção do estudo, preferencialmente na última sessão de treino semanal, os sujeitos responderam a um Questionário de Avaliação Semanal (ANEXO 6), no qual informavam sobre a manutenção ou não das medicações utilizadas, se possuíam algum desconforto durante ou fora do treinamento e sobre a manutenção dos hábitos de atividade física. O intuito desse questionário foi tentar controlar alguns possíveis fatores de confusão que poderiam influenciar os resultados do estudo.

3.9 Aula de alongamento

A aula de alongamento para o GC consistiu em uma sessão semanal, com duração de 60 minutos. Inicialmente era realizado um aquecimento com mobilização articular para todo o corpo e posteriormente alongamentos estáticos variados, para todos os grupos musculares. Cada série de alongamento tinha duração de 20-30 segundos. Foram utilizados para a execução das aulas: bolas, bastões e cordas. Os pacientes do grupo alongamento também responderam ao questionário semanal. As aulas foram realizadas em grupo, com disponibilidade de duas turmas, uma no turno da manhã e outra no turno da tarde.

3.10 Aspectos éticos

Os participantes foram informados sobre os objetivos desse estudo, bem como dos benefícios e possíveis eventos adversos durante os testes e treinamento. Todos os participantes assinaram o TCLE e para tanto foi visado que os pacientes lessem o termo com cautela e

tirassem suas dúvidas com o pesquisador presente no dia da entrevista presencial. No termo, foi descrita a opção do participante em desistir do estudo a qualquer momento. A identidade dos participantes foi preservada ao longo do estudo, sendo identificados por numeração. Após o término do estudo, os participantes foram incentivados a manter a prática de exercícios regularmente e aos mesmos foi disponibilizado um relatório sobre seu desempenho no estudo. Foi oferecida a oportunidade dos pacientes alocados no GC (alongamento) participarem, posteriormente, do treinamento de força como amostra de outro projeto de pesquisa, de mesma duração e programa de treino similar.

Os eventos adversos foram considerados como qualquer ocorrência médica inconveniente sofrida por um participante da pesquisa que não necessariamente apresentasse relação causal com a intervenção em investigação (ANVISA, 2010). Os treinos foram realizados sempre no turno da manhã, período no qual o médico do LAPEX está presente na ESEFID-UFRGS.

3.11 Análise estatística

A análise estatística foi realizada no *software Statistical Package for the Social Science* (SPSS versão 20.0, Estados Unidos da América). Para todos os dados foi utilizada a média e desvio padrão. A normalidade e a homogeneidade dos dados foram verificados pelos testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. Os dados que não apresentaram normalidade foram transformados em logaritmos para posterior análise. Conforme ocorreu a normalidade dos dados, foi realizado um teste t de *Student* para amostras independentes, para comparação das variáveis contínuas entre os grupos pré treinamento, e o teste Qui-quadrado para variáveis categóricas. As comparações de médias foram realizadas a partir do princípio de intenção de tratar e análise por protocolo, baseada em 70% ou mais de comparecimento às 36 sessões de intervenção e às 12 sessões de alongamento. Tais comparações foram obtidas a partir da equação de estimação generalizada e ANOVA de duas vias para medidas repetidas, respectivamente. Os efeitos principais avaliados foram diferenças entre grupos, tempo (pré e pós treinamento), bem como a interação destes fatores. Para as variáveis nas quais houve diferença dos valores entre grupos no momento pré treinamento foi realizada uma ANCOVA utilizando os dados pré treinamento como covariável. Um $\alpha \leq 0,05$ foi adotado para as análises. As variáveis escada pré, sentar e levantar pré, espessura muscular do reto femoral pré, HbA1c

pós, colesterol pós e glicose pré, não apresentaram normalidade. Para tanto foi realizada uma transformada logarítmica para a normalização dos dados.

4. RESULTADOS

4.1 Recrutamento e seguimento dos pacientes

Após divulgação do estudo, conforme descrito anteriormente, 178 pessoas se interessaram e entraram em contato via telefone ou pessoalmente. Por meio da triagem inicial, 58 pacientes se enquadraram nos critérios de inclusão e foram convidados a participar de uma entrevista presencial para verificar os critérios de exclusão, conforme consta na Figura 3.

Dentre os 178 pacientes interessados, os motivos pelos quais os pacientes não foram possivelmente elegíveis foram:

- Perda de contato: 28 pacientes
- Condição cardiovascular instável: 2 pacientes
- Participação em outro projeto de pesquisa: 1 paciente
- IMC acima do critério de inclusão: 4 pacientes
- Idade abaixo do critério de inclusão: 12 pacientes
- Horário incompatível com o treinamento: 4 pacientes
- Valores de HbA1c abaixo do critério de inclusão: 12 pacientes
- Usuários de insulina: 25 pacientes
- Possuíam complicações associadas ao DM2: 2 pacientes
- Compromissos pessoais: 5 pacientes
- Problema/dor articular: 8 pacientes
- Fumantes: 10 pacientes
- Dificuldade de deslocamento para o estudo: 3 pacientes
- Desistência: 3 pacientes
- Interesse em apenas um dos tipos de treino: 1 paciente

Dos 58 pacientes entrevistados 44 foram elegíveis para compor a amostra e foram alocados em um dos dois grupos: alongamento ou treinamento. Dos outros 14 pacientes, sete

não tiveram liberação do médico cardiologista do laboratório, dois possuíam limitações físicas para realização dos testes, um possuía PA descontrolada, um teve perda de contato pós entrevista, um não possuía exame de sangue prévio e dois possuíam IMC elevado.

No GC foram alocados 10 mulheres e 12 homens. Dentre o total dos 22 pacientes, 13 pessoas (7 mulheres e 6 homens) compareceram em 70% ou mais das sessões de treino (possuindo até 4 faltas). Das 9 pessoas restantes, 8 pessoas abandonaram o estudo, sendo que duas retornaram para as avaliações finais. Os motivos de abandono foram: perda de contato (4), desconforto durante o alongamento (1), lesão fora do estudo (2), familiar doente (1). Uma pessoa teve número de faltas maior que 70% e por isso não fez parte da análise PP. Para a análise ITT foram considerados os 22 pacientes inicialmente alocados.

No GI foram alocados 22 sujeitos, sendo 8 mulheres e 14 homens. Dentre eles, 13 pessoas compareceram em 70% (possuindo até 11 faltas) ou mais das sessões de treinamento (9 homens e 4 mulheres). Dentre as outras 9 pessoas os motivos de abandono foram: lesão fora dos treinos (2), desconforto no treinamento (1), doença (câncer 1, virose 1), perda de contato (1), ocupações (1), desistiu antes de iniciar (1). Um paciente teve menos de 70% de presença nas sessões e por isso não fez parte da análise PP. Os 22 pacientes inicialmente alocados no grupo, foram considerados para a análise ITT.

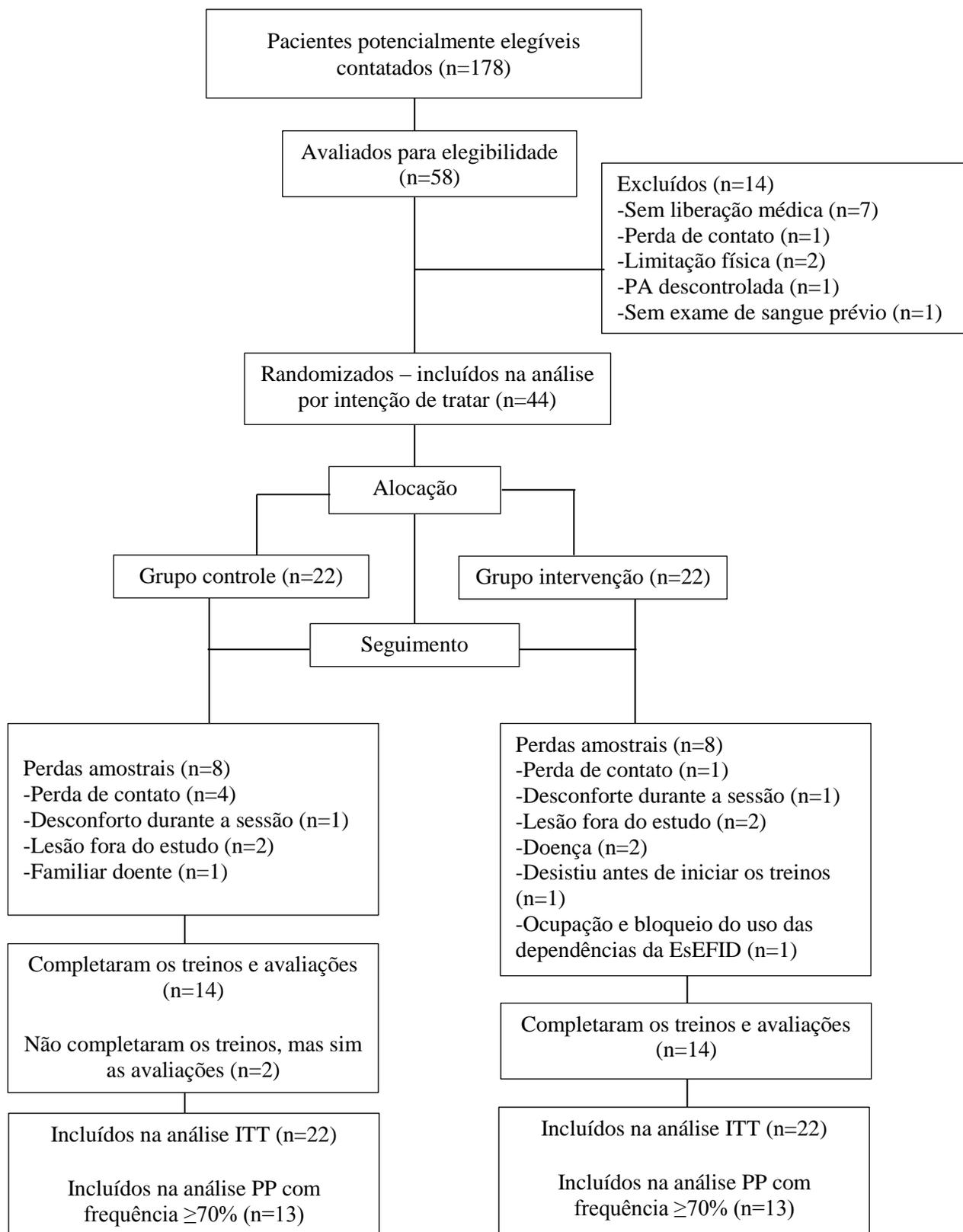


Figura 3. Fluxograma de recrutamento e seguimento dos participantes no estudo. PA: pressão arterial; EsEFID: Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança; ITT=análise por intenção de tratar; PP: análise por protocolo.

4.2 Questionário de avaliação semanal

Todos os pacientes que foram elegíveis para o estudo tomavam medicação anti-hiperglicemiante. O questionário de avaliação semanal foi utilizado para controle de possíveis modificações na medicação dos pacientes, bem como relato de eventos adversos e modificações nos hábitos de atividade física.

Medicação anti-hiperglicemiante

Grupo alongamento:

- Um participante que já fazia uso da combinação biguanida + sulfolinuréia adicionou medicação inibidora de DDP-4;

Grupo Intervenção:

- Um participante reduziu a dosagem de Metformina de quatro para três comprimidos de 500mg;
- Um participante aumentou a dosagem de dois para três comprimidos de Metformina, de 500mg.

Atividade física

Nenhum dos pacientes relatou ter iniciado exercício físico regular durante as 12 semanas de treinamento, nem relataram modificação dos seus hábitos de atividade física quando questionados ao longo das 12 semanas.

Eventos adversos

Entre os pacientes que abandonaram o estudo no GC um participante desistiu por desconforto muscular durante a sessão de alongamento e outro participante desistiu por lesão muscular fora do estudo. No GI dois participantes desistiram por lesão fora do estudo, duas pessoas desistiram por motivo de doença (virose e câncer) e um pessoa desistiu por desconforto durante a sessão de treinamento de força. Dentre os pacientes que se engajaram e finalizaram o treinamento os eventos adversos foram desconforto muscular e dores articulares, comum aos dois grupos, e dois eventos de hipotensão no GI.

4.3 Caracterização da amostra

Não houve diferença significativa ($p>0,05$) entre os grupos para as variáveis de caracterização no momento pré treinamento (Tabela 4).

Tabela 4. Variáveis de caracterização da amostra.

| | GC (n=22) | GI (n=22) | <i>p</i> |
|--|------------------------------|------------------------------|----------|
| Homem/ Mulher (n) | 12/10 | 14/8 | $p=0,38$ |
| Idade (anos) | 68,6 ± 7,0 (61-86) | 70,6 ± 6,7 (60 - 88) | $p=0,60$ |
| Estatura (m) | 1,6 ± 0,0 (1,47 - 1,74) | 1,6 ± 0,0 (1,4 - 1,8) | $p=0,36$ |
| Massa corporal total (kg) | 76,5 ± 12,9 (48,2 - 96,6) | 78,4 ± 10,2 (57,9 - 96,4) | $p=0,21$ |
| IMC (kg/m²) | 28,6 ± 3,2 (21,6 - 34,2) | 28,2 ± 3,6 (21,6 - 34,8) | $p=0,74$ |
| Duração do DM2 (anos) | 11,3 ± 1,5 (2 - 30) | 10,7 ± 7,9 (0,5 - 32) | $p=0,62$ |
| HbA1c (%) | 7,2 ± 1,2 (6 - 11,5) | 7,1 ± 1,0 (6,2 - 11,3) | $p=0,13$ |
| Medicações anti-hiperglicemiantes | | | |
| Sulfolinuréias | 10 (45,4) | 7 (21,9) | $p=0,35$ |
| Biguanidas | 19 (59,4) | 21 (65,6) | $p=0,29$ |
| Inibidores de DPP-4 | 3 (9,4) | 4 (12,5) | $p=0,68$ |

IMC: índice de massa corporal; HbA1c: hemoglobina glicada; GC: grupo controle; GI: grupo intervenção; IMC: índice de massa corporal total; DM2: diabetes *mellitus* tipo 2.

4.4 Desfecho primário

Qualidade muscular

Não houve diferença ($p<0,05$) entre os grupos para a variável qualidade muscular, no momento pré treinamento (Tabela 5).

Análise por Intenção de Tratar:

Para a qualidade muscular avaliada por eco intensidade não houve efeito isolado dos fatores tempo e grupo, nem interação tempo*grupo significativa ($p=0,37$). Com relação à qualidade muscular por tensão específica, a isométrica não apresentou efeito do tempo, do grupo, nem interação significativa tempo*grupo ($p=0,51$). O mesmo ocorreu para a tensão específica dinâmica, que também não mostrou efeito do tempo, do grupo, ou interação tempo*grupo ($p=0,38$).

Análise Por Protocolo:

Pra a qualidade muscular avaliada por eco intensidade não houve efeito do tempo, do grupo, nem interação tempo*grupo ($p=0,98$). Para a tensão específica isométrica, não houve efeito do tempo, do grupo, nem interação dos fatores tempo*grupo ($p=0,48$). Para a tensão específica dinâmica não houve efeito do tempo, não houve interação dos fatores ($p=0,32$), mas houve efeito do grupo ($p=0,03$).

Tabela 5. Valores de média \pm DP da qualidade muscular, avaliada por tensão específica e eco intensidade da imagem do músculo reto femoral, pré e pós 12 semanas.

| Grupo | Pré | Pós | <i>p</i> -tempo | <i>p</i> -grupo | <i>p</i> -tempo*grupo |
|---|----------------------------|----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------------|
| <i>Qualidade muscular – Eco intensidade (u.a.) – ITT</i> | | | | | |
| GC | 71,2 \pm 14,6 | 70,4 \pm 14,8 | <i>p</i> =0,64 | <i>p</i> =0,16 | <i>p</i> =0,37 |
| GI | 67,7 \pm 14,4 | 65,8 \pm 9,4 | | | |
| <i>Qualidade muscular – Eco intensidade (u.a.) – PP</i> | | | | | |
| GC | 69,2 \pm 15,1 | 68,6 \pm 14,2 | <i>p</i> =0,78 | <i>p</i> =0,98 | <i>p</i> =0,22 |
| GI | 62,6 \pm 14,8 | 61,8 \pm 14,2 | | | |
| <i>Qualidade muscular – Tensão Específica Isométrica (Nm/mm)– ITT</i> | | | | | |
| GC | 2,0 \pm 0,4 | 2,0 \pm 0,3 | <i>p</i> =0,57 | <i>p</i> =0,37 | <i>p</i> =0,51 |
| GI | 2,2 \pm 0,5 | 2,1 \pm 0,4 | | | |
| <i>Qualidade muscular – Tensão Específica Isométrica (Nm/mm) – PP</i> | | | | | |
| GC | 2,0 \pm 0,5 | 2,0 \pm 0,3 | <i>p</i> =0,442 | <i>p</i> =0,181 | <i>p</i> =0,489 |
| GI | 2,2 \pm 0,4 | 2,1 \pm 0,3 | | | |
| <i>Qualidade muscular – Tensão Específica Dinâmica (kg/mm) –ITT</i> | | | | | |
| GC | 0,3 \pm 0,1 | 0,4 \pm 0,1 | <i>p</i> =0,30 | <i>p</i> =0,13 | <i>p</i> =0,38 |
| GI | 0,4 \pm 0,1 | 0,4 \pm 0,1 | | | |
| <i>Qualidade muscular – Tensão Específica Dinâmica (kg/mm) – PP</i> | | | | | |
| GC | 0,4 \pm 0,1 | 0,3 \pm 0,1 | <i>p</i> =0,72 | <i>p</i> =0,03 | <i>p</i> =0,32 |
| GI | 0,4 \pm 0,1 [#] | 0,4 \pm 0,0 [#] | | | |

GC: grupo controle; GI: grupo intervenção; ITT: análise por intenção de tratar; PP: análise por protocolo; [#]significativamente diferente do grupo controle no mesmo momento.

4.5 Desfechos secundários

4.5.1 Neuromusculares

Força máxima

Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre os grupos para as variáveis CIVM e 1RM, no momento pré treinamento.

Análise por Intenção de Tratar:

Para os valores de CIVM não ocorreram efeitos do tempo e do grupo, bem como não houve interação tempo*grupo significativa ($p = 0,29$). Quanto aos valores 1RM, houve efeito significativo do tempo ($p < 0,001$), mas não houve efeito do grupo e não houve interação tempo*grupo ($p = 0,06$).

Análise Por Protocolo:

Para a variável CIVM não houve efeito significativo do tempo, do grupo ou interação tempo*grupo ($p = 0,22$). Para a variável 1RM houve efeito do tempo ($p < 0,001$), do grupo ($p = 0,01$) e interação grupo*tempo ($p < 0,001$) significativos, mostrando que houve incremento da força máxima dinâmica no grupo que realizou treinamento de força ($p < 0,001$) e que os valores do GI foram significativamente maiores que do GC no momento pós treinamento ($p = 0,004$).

Tabela 6. Valores de média \pm DP para as variáveis neuromusculares força máxima, dinâmica e isométrica, pré e pós 12 semanas.

| Grupo | Pré | Pós | <i>p</i> -tempo | <i>p</i> -grupo | <i>p</i> -tempo*grupo |
|---|------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------------|
| <i>Contração Isométrica Voluntária Máxima (N.m) – ITT</i> | | | | | |
| GC | 149,5 \pm 51,0 | 149,9 \pm 46,2 | <i>p</i> =0,41 | <i>p</i> =0,06 | <i>p</i> =0,29 |
| GI | 152,8 \pm 44,8 | 172,1 \pm 51,3 | | | |
| <i>Contração Isométrica Voluntária Máxima (N.m) – PP</i> | | | | | |
| GC | 140,3 \pm 52,0 | 142,0 \pm 45,6 | <i>p</i> =0,12 | <i>p</i> =0,07 | <i>p</i> =0,22 |
| GI | 167,3 \pm 40,2 | 180,5 \pm 46,0 | | | |
| <i>1 Repetição Máxima (kg) – ITT</i> | | | | | |
| GC | 29,0 \pm 11,0 | 31,5 \pm 10,5* | <i>p</i> <0,001 | <i>p</i> =0,13 | <i>p</i> =0,06 |
| GI | 31,0 \pm 10,9 | 39,3 \pm 12,6* | | | |
| <i>1 Repetição Máxima (kg) – PP</i> | | | | | |
| GC | 28,1 \pm 9,6 | 28,1 \pm 10,1 | <i>p</i> <0,001 | <i>p</i> =0,01 | <i>p</i> <0,001 |
| GI | 35,8 \pm 10,0 | 41,3 \pm 11,0*# | | | |

GC: grupo controle; GI: grupo intervenção; ITT: análise por intenção de tratar; PP: análise por protocolo; *significativamente diferente dos valores pré treinamento; #significativamente diferente do grupo controle no mesmo momento.

Espessura muscular

Não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os grupos no momento pré treinamento para os músculos isolados ou para o somatório da espessura do quadríceps femoral (Tabela 7).

Análise por Intenção de Tratar:

Para o VL houve interação tempo*grupo significativa ($p < 0,001$), sendo que os dois grupos mostraram diferença significativa entre os valores pré e pós treinamento. Para o RF também ocorreu interação tempo*grupo ($p < 0,001$), mostrando que apenas o grupo de treino modificou seus valores significativamente pós treinamento. Para o VI, houve interação tempo*grupo significativa ($p < 0,001$), com apenas o GI mostrando modificação significativa ($p < 0,001$) dos seus valores pós treinamento. Para o VM houve efeito significativo do tempo ($p < 0,001$), mas não houve interação significativa tempo*grupo ($p = 0,11$).

Para o somatório das espessuras do quadríceps femoral houve interação significativa tempo*grupo ($p < 0,001$), sendo que o GI aumentou significativamente a espessura muscular pós treinamento.

Análise Por Protocolo:

Para a espessura muscular do VL houve interação tempo*grupo ($p<0,001$), sendo que ambos os grupos modificaram seus valores pós treinamento. Para o músculo RF foi observada interação tempo*grupo ($p=0,02$), sendo que apenas o GI modificou significativamente seus valores do pré para o pós treinamento. Para o VI foi encontrado efeito significativo do tempo ($p=0,002$), sem interação significativa tempo*grupo ($p=0,07$).

Para o VM houve efeito significativo do tempo ($p=0,002$), mas não houve interação tempo*grupo ($p=0,07$). Para o somatório das espessuras houve interação tempo*grupo ($p<0,001$), mostrando GI incrementou seus valores pós treinamento.

Tabela 7. Valores de média \pm DP para a variável neuromuscular espessura muscular, para cada músculos do quadríceps femoral, bem como o somatório desses músculos, pré e pós 12 semanas.

| Grupo | PRÉ | PÓS | <i>p</i> -tempo | <i>p</i> -grupo | <i>p</i> -tempo*grupo |
|--|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------------|
| <i>Espessura Muscular do Vasto Lateral (mm) – ITT</i> | | | | | |
| GC | 19,7 \pm 3,6 | 18,9 \pm 3,6* | <i>p</i> =0,19 | <i>p</i> =0,59 | <i>p</i> <0,001 |
| GI | 19,1 \pm 3,9 | 21,7 \pm 3,0* | | | |
| <i>Espessura Muscular do Vasto Lateral (mm) – PP</i> | | | | | |
| GC | 18,8 \pm 3,9 | 17,9 \pm 3,3* | <i>p</i> =0,20 | <i>p</i> =0,10 | <i>p</i> <0,001 |
| GI | 20,0 \pm 3,8 | 21,4 \pm 3,1* | | | |
| <i>Espessura Muscular do Reto Femoral (mm) – ITT</i> | | | | | |
| GC | 14,2 \pm 3,9 | 14,6 \pm 3,6 | <i>p</i> <0,001 | <i>p</i> =0,35 | <i>p</i> <0,001 |
| GI | 14,2 \pm 3,8 | 17,9 \pm 3,5* | | | |
| <i>Espessura Muscular do Reto Femoral (mm)– PP</i> | | | | | |
| GC | 13,8 \pm 4,4 | 14,2 \pm 3,9 | <i>p</i> <0,001 | <i>p</i> =0,02 | <i>p</i> =0,02 |
| GI | 15,5 \pm 3,6 | 17,9 \pm 3,6* | | | |
| <i>Espessura Muscular do Vasto Intermédio (mm) – ITT</i> | | | | | |
| GC | 13,1 \pm 4,3 | 14,1 \pm 4,8 | <i>p</i> <0,001 | <i>p</i> =0,79 | <i>p</i> <0,001 |
| GI | 12,7 \pm 3,7 | 15,5 \pm 3,3* | | | |
| <i>Espessura Muscular do Vasto Intermédio (mm)– PP</i> | | | | | |
| GC | 13,3 \pm 4,9 | 13,8 \pm 5,2* | <i>p</i> =0,002 | <i>p</i> =0,43 | <i>p</i> =0,07 |
| GI | 14,3 \pm 3,9 | 15,6 \pm 3,5* | | | |
| <i>Espessura Muscular do Vasto Medial (mm)– ITT</i> | | | | | |
| GC | 24,5 \pm 6,7 | 26,4 \pm 8,1* | <i>p</i> <0,001 | <i>p</i> =0,51 | <i>p</i> =0,11 |
| GI | 22,7 \pm 4,9 | 26,0 \pm 3,9* | | | |
| <i>Espessura Muscular do Vasto Medial (mm)– PP</i> | | | | | |
| GC | 24,0 \pm 7,6 | 24,7 \pm 8,0* | <i>p</i> =0,002 | <i>p</i> =0,82 | <i>p</i> =0,82 |
| GI | 23,7 \pm 5,5 | 26,2 \pm 4,0* | | | |
| <i>Espessura Muscular TOTAL (mm)– ITT</i> | | | | | |
| GC | 71,7 \pm 16,0 | 74,0 \pm 17,5 | <i>p</i> <0,001 | <i>p</i> =0,91 | <i>p</i> <0,001 |
| GI | 68,9 \pm 11,1 | 81,2 \pm 11,1* | | | |
| <i>Espessura Muscular TOTAL(mm) – PP</i> | | | | | |
| GC | 70,1 \pm 17,8 | 70,8 \pm 17,8 | <i>p</i> <0,001 | <i>p</i> =0,26 | <i>p</i> <0,001 |
| GI | 73,9 \pm 14,0 | 81,3 \pm 11,6* | | | |

GC: grupo controle; GI: grupo intervenção; ITT: análise por intenção de tratar; PP: análise por protocolo; *significativamente diferente dos valores pré treinamento.

4.5.2 Desfecho funcional

Desempenho nos testes de subir escada, sentar e levantar da cadeira e TUG

Não houve diferença significativa ($p>0,05$) entre os grupos no momento pré treinamento para os valores de desempenho nos três testes funcionais (Tabela 8).

Análise por Intenção de Tratar:

Para o teste de subir escada não houve efeito significativo do tempo, do grupo, nem interação tempo*grupo ($p=0,28$). Para o teste de sentar e levantar da cadeira também não houve efeito do tempo, do grupo e nem interação tempo*grupo ($p=0,14$). Por último, para o teste TUG não houve efeito do tempo, do grupo, nem interação tempo*grupo significativa ($p=0,45$).

Análise Por Protocolo:

Dentre os testes funcionais, o teste de escada mostrou efeito significativo do tempo ($p<0,001$), sem efeito do grupo ou interação tempo*grupo ($p=0,63$). O teste de sentar e levantar da cadeira mostrou efeito significativo do tempo ($p<0,001$), mas não mostrou efeito do grupo, nem interação tempo*grupo. Por último, o teste TUG mostrou efeito significativo do tempo ($p<0,001$), mas não mostrou efeito do grupo ou interação tempo*grupo ($p=0,27$).

Tabela 8. Valores de média \pm DP para o desempenho nos testes de subir escada, sentar e levantar da cadeira e *Timed Up and Go*, pré e pós 12 semanas.

| Grupo | PRÉ | PÓS | <i>p</i> -tempo | <i>p</i> -grupo | <i>p</i> -tempo*grupo |
|---|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------------|
| <i>Subir Escada (s) – ITT</i> | | | | | |
| GC | 4,4 \pm 0,9 | 4,3 \pm 0,8 | <i>p</i> =0,52 | <i>p</i> =0,52 | <i>p</i> =0,14 |
| GI | 4,1 \pm 0,8 | 4,1 \pm 0,5 | | | |
| <i>Subir Escada (s) – PP</i> | | | | | |
| GC | 4,3 \pm 0,9 | 4,2 \pm 0,9* | <i>p</i> <0,001 | <i>p</i> =0,63 | <i>p</i> =0,58 |
| GI | 4,0 \pm 0,6 | 4,0 \pm 0,6* | | | |
| <i>Sentar e Levantar da Cadeira (s) – ITT</i> | | | | | |
| GC | 21,1 \pm 3,6 | 21,4 \pm 3,2 | <i>p</i> =0,19 | <i>p</i> =0,48 | <i>p</i> =0,14 |
| GI | 22,6 \pm 6,0 | 20,9 \pm 2,9 | | | |
| <i>Sentar e Levantar da Cadeira (s) – PP</i> | | | | | |
| GC | 20,9 \pm 3,9 | 21,2 \pm 3,4* | <i>p</i> <0,001 | <i>p</i> =0,74 | <i>p</i> =0,71 |
| GI | 21,7 \pm 4,2 | 20,7 \pm 3,1* | | | |
| <i>Timed Up and Go (s) – ITT</i> | | | | | |
| GC | 7,5 \pm 1,4 | 7,5 \pm 1,3 | <i>p</i> =0,81 | <i>p</i> =0,33 | <i>p</i> =0,42 |
| GI | 7,0 \pm 1,1 | 7,0 \pm 1,2 | | | |
| <i>Timed Up and Go (s) – PP</i> | | | | | |
| GC | 7,7 \pm 1,5 | 7,5 \pm 1,4* | <i>p</i> <0001 | <i>p</i> =0,22 | <i>p</i> =0,27 |
| GI | 6,8 \pm 1,0 | 6,9 \pm 1,2* | | | |

GC: grupo controle; GI: grupo intervenção; ITT: análise por intenção de tratar; PP: análise por protocolo; *significativamente diferente dos valores pré treinamento.

4.5.3 Desfecho de composição corporal

Gordura Visceral

Não houve diferença significativa ($p>0,05$) entre os valores de gordura visceral para os grupos no momento pré treinamento.

Análise por Intenção de Tratar:

Não houve efeito significativo do tempo, do grupo, ou interação significativa tempo*grupo ($p=0,38$) (Tabela 9).

Análise Por Protocolo:

Houve efeito significativo do tempo ($p=0,01$), sem efeito do grupo, nem interação tempo*grupo significativa ($p=0,97$).

Tabela 9. Valores de média \pm DP de gordura visceral, pré e pós 12 semanas.

| Grupo | PRÉ | PÓS | <i>p</i> -tempo | <i>p</i> -grupo | <i>p</i> -tempo*grupo |
|-----------------------------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------------|
| <i>Gordura Visceral (mm)- ITT</i> | | | | | |
| GC | 68,6 \pm 21,0 | 67,7 \pm 20,2 | $p=0,60$ | $p=0,44$ | $p=0,38$ |
| GI | 70,9 \pm 18,4 | 74,3 \pm 18,1 | | | |
| <i>Gordura Visceral (mm) – PP</i> | | | | | |
| GC | 73,1 \pm 22,8 | 68,1 \pm 21,0* | $p=0,01$ | $p=0,55$ | $p=0,97$ |
| GI | 77,8 \pm 18,0 | 72,7 \pm 17,9* | | | |

GC: grupo controle; GI: grupo intervenção; ITT: análise por intenção de tratar; PP: análise por protocolo; *significativamente diferente dos valores pré treinamento.

4.5.4 Desfechos bioquímicos

Dentre as variáveis bioquímicas, as únicas que apresentaram diferença significativa ($p<0,05$) entre os grupos no momento pré treinamento foram os níveis séricos de triglicerídeos e colesterol total (Tabela 10).

Análise por Intenção de Tratar:

Para análise dos níveis séricos de triglicerídeos houve interação significativa entre os fatores grupo*triglicerídeos pré ($p=0,03$), tempo*triglicerídeos pré ($p=0,04$), bem como interação grupo*tempo*triglicerídeos pré ($p=0,03$). Tais resultados mostram que houve interação tempo*grupo quando ajustado pela covariável triglicerídeos pré treinamento. Em relação aos níveis de colesterol total não ocorreu interação entre grupo*colesterol pré ($p=0,08$), tempo*colesterol pré ($p=0,12$) e grupo*tempo*colesterol pré ($p=0,08$).

Para os valores de HbA1c não houve efeito significativo dos fatores tempo e grupo, nem houve interação tempo*grupo ($p=0,27$). O mesmo ocorreu para a glicemia de jejum, não houve efeito do tempo, do grupo, nem interação tempo*grupo ($p=0,37$). Para o colesterol HDL não houve efeito significativo do tempo, do grupo, nem interação tempo*grupo ($p=0,89$), sendo que

o mesmo ocorreu para o colesterol LDL, sem efeito do tempo, do grupo, ou interação tempo*grupo ($p=0,60$).

Análise Por Protocolo:

Para os valores de triglicerídeos houve efeito do tempo interação significativa tempo*triglicerídeos pré ($p=0,04$). Para os valores de colesterol total, não houve efeito dos fatores tempo, grupo, nem interação significativa tempo*grupo ($p=0,66$) ou tempo*colesterol pré ($p=0,43$). Para os valores de HbA1c houve efeito significativo do tempo ($p<0,001$), sem efeito do grupo, nem interação tempo*grupo ($p=0,84$). Para a glicemia de jejum ocorreu o mesmo, houve efeito significativo do tempo ($p<0,001$), sem efeito do grupo ou interação tempo*grupo significativa ($p=0,61$).

Em relação aos valores de colesterol LDL, houve efeito significativo do tempo ($p<0,001$), sem efeito do grupo ou interação tempo*grupo ($p=0,15$). Para o colesterol HDL houve efeito significativo do tempo ($p<0,001$), sem efeito do grupo ou interação tempo* grupo ($p=0,16$).

Tabela 10. Valores de média \pm DP dos níveis séricos de triglicerídeos, colesterol total, hemoglobina glicada, glicemia de jejum, colesterol-HDL e colesterol-LDL, pré e pós 12 semanas.

| Grupo | PRÉ | PÓS | <i>p</i> -tempo | <i>p</i> -grupo | <i>p</i> -tempo*grupo |
|--|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------------|
| <i>Triglicerídeos (mg/dl) – ITT</i> | | | | | |
| GC | 136,4 \pm 56,3 | 152,4 \pm 73,1 | | | |
| GI | 157,0 \pm 94,0 [#] | 127,2 \pm 47,0 [¥] | <i>p</i> =0,04 | <i>p</i> =0,03 | <i>p</i> =0,03 |
| <i>Triglicerídeos (mg/dl) – PP</i> | | | | | |
| GC | 116,7 \pm 39,3 | 136,0 \pm 58,7 [¥] | | | |
| GI | 148,0 \pm 61,6 [#] | 133,6 \pm 47,0 [¥] | <i>p</i> =0,04 | <i>p</i> =0,19 | <i>p</i> =0,19 |
| <i>Colesterol Total (mg/dl) – ITT</i> | | | | | |
| GC | 160,9 \pm 38,6 | 149,8 \pm 28,4 | | | |
| GI | 175,1 \pm 47,8 [#] | 160,4 \pm 49,8 | <i>p</i> =0,29 | <i>p</i> =0,08 | <i>p</i> =0,08 |
| <i>Colesterol Total(mg/dl) – PP</i> | | | | | |
| GC | 116,7 \pm 39,3 | 136,0 \pm 58,7 | | | |
| GI | 148,0 \pm 61,6 [#] | 133,6 \pm 47,0 | <i>p</i> =0,59 | <i>p</i> =0,66 | <i>p</i> =0,66 |
| <i>HbA1c (%) – ITT</i> | | | | | |
| GC | 7,2 \pm 1,2 | 7,3 \pm 1,0 | | | |
| GI | 7,1 \pm 1,0 | 6,8 \pm 0,6 | <i>p</i> =0,54 | <i>p</i> =0,24 | <i>p</i> =0,27 |
| <i>HbA1c (%) – PP</i> | | | | | |
| GC | 7,1 \pm 0,7 | 7,3 \pm 1,0* | | | |
| GI | 7,0 \pm 0,6 | 6,8 \pm 0,6* | <i>p</i> <0,001 | <i>p</i> =0,70 | <i>p</i> =0,84 |
| <i>Glicemia de jejum (mg/dl) – ITT</i> | | | | | |
| GC | 139,9 \pm 30,8 | 146,0 \pm 32,6 | | | |
| GI | 148,8 \pm 59,6 | 141,8 \pm 22,7 | <i>p</i> =0,94 | <i>p</i> =0,80 | <i>p</i> =0,37 |
| <i>Glicemia de jejum (mg/dl) – PP</i> | | | | | |
| GC | 141,6 \pm 21,3 | 147,6 \pm 31,2* | | | |
| GI | 146,5 \pm 54,8 | 142,0 \pm 23,9* | <i>p</i> <0,001 | <i>p</i> =0,61 | <i>p</i> =0,61 |
| <i>Colesterol HDL (mg/dl) – ITT</i> | | | | | |
| GC | 44,5 \pm 11,0 | 42,4 \pm 11,0 | | | |
| GI | 46,4 \pm 13,9 | 44,6 \pm 12,9 | <i>p</i> =0,14 | <i>p</i> =0,05 | <i>p</i> =0,89 |
| <i>Colesterol HDL (mg/dl) – PP</i> | | | | | |
| GC | 46,1 \pm 12,8 | 73,7 \pm 21,0* | | | |
| GI | 42,6 \pm 8,1 | 92,27 \pm 50,57* | <i>p</i> <0,001 | <i>p</i> =0,36 | <i>p</i> =0,16 |
| <i>Colesterol LDL (mg/dl) – ITT</i> | | | | | |
| GC | 89,1 \pm 34,5 | 76,9 \pm 25,5 | | | |
| GI | 97,2 \pm 41,2 | 90,3 \pm 47,2 | <i>p</i> =0,05 | <i>p</i> =0,33 | <i>p</i> =0,60 |
| <i>Colesterol LDL(mg/dl) – PP</i> | | | | | |
| GC | 77,3 \pm 22,2 | 73,7 \pm 21,0* | | | |
| GI | 96,6 \pm 41,6 | 92,2 \pm 50,5* | <i>p</i> <0,001 | <i>p</i> =0,15 | <i>p</i> =0,15 |

GC: grupo controle; GI: grupo intervenção; ITT: análise por intenção de tratar; PP: análise por protocolo; HbA1c: hemoglobina glicada HDL: *high-density lipoprotein*; LDL: *low-density lipoprotein*; *significativamente diferente dos valores pré treinamento; [#]significativamente diferente do grupo controle no mesmo momento; [¥]significativamente diferente dos valores pré treinamento, ajustado pelos valores pré treinamento.

4.5.5 Desfecho de qualidade de vida

Os grupos foram significativamente ($p < 0,05$) diferentes no momento pré treinamento apenas para o domínio preocupação social (Tabela 11).

Análise por Intenção de Tratar:

Para o domínio satisfação não houve efeito do tempo, do grupo, nem interação tempo*grupo ($p=0,25$). No domínio impacto, não houve efeito do tempo, do grupo, mas houve interação dos fatores tempo*grupo ($p=0,003$), mostrando que apenas o GC modificou seus valores significativamente ($p=0,02$) do pré para o pós treinamento.

No domínio preocupação social não houve interação grupo*preocupação social pré ($p=0,20$), nem interação significativa tempo*preocupação social pré ($p=0,07$), nem interação grupo*tempo*preocupação social pré ($p=0,20$). Para o domínio preocupação com a doença, não houve efeito do tempo e do grupo, nem interação grupo*tempo ($p=0,37$).

Para a qualidade de vida total não houve efeito do tempo, do grupo, nem houve interação entre os fatores grupo*tempo ($p=0,53$).

Análise Por Protocolo:

Para o domínio satisfação não houve efeito do tempo, do grupo, nem houve interação tempo*grupo ($p=0,49$). Para o domínio impacto não houve efeito do tempo, do grupo, mas houve interação tempo*grupo ($p=0,007$). Mostrando que apenas o GC teve modificação significativa ($p=0,02$) dos valores pré para o pós treinamento.

Para a preocupação social não houve efeito do tempo, do grupo, nem interação tempo*grupo ($p=0,96$) ou interação tempo*preocupação social ($p=0,52$). Em relação ao domínio de preocupação com a doença não houve efeito do tempo, do grupo, ou interação tempo*grupo ($p=0,30$). Para o valor total de qualidade de vida não houve efeito significativo dos fatores isolados tempo, grupo, nem interação significativa dos fatores tempo*grupo ($p=0,40$).

Tabela 11. Valores de média \pm DP da qualidade de vida total e dividida nos domínios de satisfação, impacto, preocupação social e preocupação com o diabetes, pré e pós 12 semanas.

| Grupo | PRÉ | PÓS | <i>p</i> -tempo | <i>p</i> -grupo | <i>p</i> -tempo*grupo |
|--------------------------------------|----------------------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------------|
| <i>Satisfação- ITT</i> | | | | | |
| GC | 2,2 \pm 0,7 | 2,0 \pm 0,6 | <i>p</i> =0,09 | <i>p</i> =0,91 | <i>p</i> =0,25 |
| GI | 2,1 \pm 0,6 | 2,2 \pm 0,6 | | | |
| <i>Satisfação – PP</i> | | | | | |
| GC | 2,3 \pm 0,7 | 2,0 \pm 0,7 | <i>p</i> =0,05 | <i>p</i> =0,96 | <i>p</i> =0,49 |
| GI | 2,2 \pm 0,7 | 2,1 \pm 0,5 | | | |
| <i>Impacto - ITT</i> | | | | | |
| GC | 1,5 \pm 0,2 | 1,6 \pm 0,4* | <i>p</i> =0,25 | <i>p</i> =0,41 | <i>p</i> =0,003 |
| GI | 1,7 \pm 0,4 | 1,6 \pm 0,4 | | | |
| <i>Impacto – PP</i> | | | | | |
| GC | 1,4 \pm 0,2 | 2,5 \pm 0,6* | <i>p</i> =0,20 | <i>p</i> =0,57 | <i>p</i> =0,007 |
| GI | 1,7 \pm 0,4 | 2,4 \pm 0,7 | | | |
| <i>Preocupação Social – ITT</i> | | | | | |
| GC | 1,0 \pm 0,1 | 1,1 \pm 0,2 | <i>p</i> =0,07 | <i>p</i> =0,20 | <i>p</i> =0,20 |
| GI | 1,1 \pm 0,2 [#] | 1,2 \pm 0,3 | | | |
| <i>Preocupação Social – PP</i> | | | | | |
| GC | 1,0 \pm 0,0 | 1,1 \pm 0,2 | <i>p</i> =0,52 | <i>p</i> =0,52 | <i>p</i> =0,96 |
| GI | 1,2 \pm 0,2 [#] | 1,3 \pm 0,3 | | | |
| <i>Preocupação com o DM2 – ITT</i> | | | | | |
| GC | 1,4 \pm 0,6 | 1,5 \pm 0,6 | <i>p</i> =0,65 | <i>p</i> =0,66 | <i>p</i> =0,37 |
| GI | 1,6 \pm 0,4 | 1,6 \pm 0,5 | | | |
| <i>Preocupação com o DM2 – PP</i> | | | | | |
| GC | 1,4 \pm 0,6 | 1,5 \pm 0,6 | <i>p</i> =0,72 | <i>p</i> =0,69 | <i>p</i> =0,30 |
| GI | 1,6 \pm 0,4 | 1,5 \pm 0,5 | | | |
| <i>Qualidade de vida total – ITT</i> | | | | | |
| GC | 1,6 \pm 0,3 | 1,7 \pm 0,4 | <i>p</i> =0,58 | <i>p</i> =0,66 | <i>p</i> =0,53 |
| GI | 1,7 \pm 0,3 | 1,7 \pm 0,4 | | | |
| <i>Qualidade de vida total – PP</i> | | | | | |
| GC | 1,6 \pm 0,3 | 1,7 \pm 0,4 | <i>p</i> =0,56 | <i>p</i> =0,60 | <i>p</i> =0,40 |
| GI | 1,8 \pm 0,4 | 1,7 \pm 0,4 | | | |

GC: grupo controle; GI: grupo intervenção; ITT: análise por intenção de tratar; PP: análise por protocolo; *significativamente diferente dos valores pré treinamento; #significativamente diferente do grupo controle no mesmo momento.

4.5.6 Desfecho nível de atividade física

Não houve diferença significativa ($p>0,05$) entre os grupos para o nível de atividade física nas sessões individuais ou no nível de atividade física total, no momento pré treinamento (Tabela 12).

Análise por Intenção de Tratar:

Para o nível de atividade física total, não houve efeito dos fatores tempo e grupo, nem interação significativa tempo*grupo ($p=0,55$). Para o domínio atividades domésticas não houve efeito dos fatores tempo, grupo, nem interação tempo*grupo significativa ($p=0,37$). Para o domínio atividades esportivas também não houve efeito do tempo, do grupo ou interação dos fatores ($p=0,27$). O mesmo ocorreu com o domínio atividades de tempo livre, sem efeito do tempo, do grupo, ou interação significativa dos fatores ($p=0,07$).

Análise Por Protocolo:

Para o nível de atividade física total, não houve efeito dos fatores tempo e grupo, nem interação significativa tempo*grupo ($p=0,54$). Para o domínio atividades domésticas não houve efeito significativo dos fatores tempo e grupo, nem interação tempo*grupo significativa ($p=0,77$). Para o domínio atividades esportivas também não houve efeito significativo do tempo, do grupo, ou interação dos fatores ($p=0,30$). O mesmo ocorreu com o domínio atividades de tempo livre, sem efeito significativo do tempo, do grupo ou interação significativa dos fatores ($p=0,18$).

Tabela 12. Valores de média \pm DP do nível de atividade física total e dividida nos domínios de atividades domésticas, atividades desportivas e atividades de tempo livre, pré e pós 12 semanas.

| Grupo | PRÉ | PÓS | <i>p</i>-tempo | <i>p</i>-grupo | <i>p</i>-tempo*grupo |
|--|---------------|---------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------------|
| <i>Nível de Atividade Física total – ITT</i> | | | | | |
| GC | 3,3 \pm 2,8 | 3,9 \pm 3,1 | <i>p</i> =0,94 | <i>p</i> =0,45 | <i>p</i> =0,55 |
| GI | 4,1 \pm 3,2 | 4,3 \pm 2,4 | | | |
| <i>Nível de Atividade Física total – PP</i> | | | | | |
| GC | 4,0 \pm 3,1 | 4,2 \pm 3,2 | <i>p</i> =0,80 | <i>p</i> =0,96 | <i>p</i> =0,54 |
| GI | 4,3 \pm 0,9 | 4,0 \pm 2,2 | | | |
| <i>Atividades domésticas – ITT</i> | | | | | |
| GC | 1,4 \pm 0,7 | 1,5 \pm 0,6 | <i>p</i> =0,83 | <i>p</i> =0,30 | <i>p</i> =0,37 |
| GI | 1,3 \pm 0,4 | 1,3 \pm 0,6 | | | |
| <i>Atividades domésticas – PP</i> | | | | | |
| GC | 1,5 \pm 0,6 | 1,5 \pm 0,5 | <i>p</i> =0,77 | <i>p</i> =0,23 | <i>p</i> =0,77 |
| GI | 1,2 \pm 0,5 | 1,2 \pm 0,6 | | | |
| <i>Atividades desportivas – ITT</i> | | | | | |
| GC | 1,1 \pm 1,7 | 1,6 \pm 2,5 | <i>p</i> =0,86 | <i>p</i> =0,35 | <i>p</i> =0,27 |
| GI | 2,1 \pm 3,3 | 2,0 \pm 2,5 | | | |
| <i>Atividades desportivas – PP</i> | | | | | |
| GC | 1,4 \pm 2,0 | 1,7 \pm 2,6 | <i>p</i> =0,83 | <i>p</i> =0,48 | <i>p</i> =0,30 |
| GI | 2,5 \pm 3,6 | 2,1 \pm 2,7 | | | |
| <i>Atividades de tempo livre – ITT</i> | | | | | |
| GC | 0,7 \pm 2,4 | 1,0 \pm 2,7 | <i>p</i> =0,31 | <i>p</i> =0,96 | <i>p</i> =0,07 |
| GI | 0,7 \pm 1,6 | 1,0 \pm 2,2 | | | |
| <i>Atividades de tempo livre – PP</i> | | | | | |
| GC | 1,2 \pm 2,9 | 1,1 \pm 2,9 | <i>p</i> =0,72 | <i>p</i> =0,49 | <i>p</i> =0,18 |
| GI | 0,5 \pm 1,0 | 0,6 \pm 1,2 | | | |

GC: grupo controle; GI: grupo intervenção; ITT: análise por intenção de tratar; PP: análise por protocolo.

5. DISCUSSÃO

No presente estudo foram apresentadas ambas as análises: por intenção de tratamento (com intuito de levar em conta todos os pacientes que fizeram parte da randomização) e por protocolo. No entanto, uma vez que para algumas variáveis foram encontrados resultados distintos entre as duas análises, para assumir um posicionamento, a discussão será baseada nos resultados encontrados na análise por protocolo, a qual leva em conta aqueles participantes que se engajaram no programa de treinamento e tiveram comparecimento em 70% ou mais das sessões.

A partir do objetivo de investigar o efeito do treinamento de força em parâmetros neuromusculares dos idosos com DM2, o principal achado desse estudo foi o incremento da espessura muscular de membros inferiores, mostrando que o programa de treino proposto é uma estratégia interessante em minimizar o processo de sarcopenia dos idosos com DM2. Diferente da hipótese inicial do presente estudo, o treino não foi capaz de melhorar a qualidade muscular de membros inferiores. Além disso, o treino foi capaz de melhorar a força muscular dinâmica e o controle glicêmico dos participantes engajados no GI.

Desfecho Primário: qualidade muscular

Diferente da hipótese inicial desse estudo, o treinamento de força não teve efeito significativo sobre a qualidade muscular, seja por tensão específica ou pela eco intensidade da imagem. Uma vez que estudos prévios mostraram que idosos diabéticos possuem maior infiltração de gordura muscular inter e intramuscular (GOODPASTER *et al.* 2000a), menores valores de força e massa muscular (PARK *et al.* 2009) que seus controles saudáveis, aliado ao conhecido efeito do treinamento de força na qualidade muscular de idosos saudáveis (RADAELLI *et al.*, 2014, WILHELM *et al.*, 2014, IVEY *et al.*, 2000), seria esperado que os idosos diabéticos se beneficiassem tanto ou mais do treinamento de força para a melhora da qualidade muscular. No entanto, em comparação a estudo realizado no nosso laboratório, com mesmo método de avaliação e equipamento, idosas saudáveis mostram valores similares de tensão específica isométrica (1,54 N.m/mm) em relação aos diabéticos do presente estudo (RECH *et al.*, 2014). Estudos anteriores mostraram que a qualidade muscular de diabéticos nos membros inferiores é mais comprometida que a de idosos saudáveis quando considerados valores HbA1c acima de 8% (KALYANI *et al.*, 2015; PARK *et al.*, 2006), o que ocorreu no presente estudo apenas em um dos participantes do GI.

Dois estudos encontrados na literatura verificaram o efeito do treinamento de força na qualidade muscular de diabéticos, mensurada por tensão específica. Em estudo de Brooks *et al.* (2007) foi demonstrado uma melhora de 28% da qualidade muscular após 16 semanas de treinamento de força em homens e mulheres com idade acima de 55 anos. Para o cálculo da tensão específica os autores utilizaram o somatório da carga de 1RM nos exercícios *leg press*, extensão de joelhos e flexão de joelhos, dividido pela massa magra de membro inferior, avaliada por absorptometria radiológica de dupla energia (DEXA), bastante diferente do que foi realizado no presente estudo.

O segundo estudo é uma sub-análise do estudo *Health benefits of aerobic and resistance training in individuals with type 2 diabetes mellitus - HART-D* (SÉNÉCHAL *et al.*, 2015), na qual foi feita comparação do efeito do treino de força, aeróbico e combinado na qualidade muscular. Após nove meses de treinamento, o treino força seja sozinho ou combinado com o aeróbico mostrou melhora da qualidade muscular, avaliada por tensão específica. Os autores encontraram um incremento de 1,3 ($\text{Nm}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$), enquanto no presente estudo a diferença foi de 0,01 (kg/mm). No estudo em questão a medida de qualidade muscular considerou a força isocinética de extensão de joelho e a massa magra avaliada pelo DEXA, também diferente do que foi realizado no presente estudo.

Além da diferença nos métodos utilizados para cálculo da qualidade muscular, entre estudos, a variável tensão específica é uma razão dos valores de força pela massa muscular, de modo que mudanças significativas em ambos, numerador e denominador, podem acabar não alterando a variável, o que ocorreu no presente estudo. No estudo de Brooks *et al.* (2007), no qual houve incremento da qualidade muscular, a força incrementou significativamente, mas o mesmo não ocorreu para a massa magra de membros inferiores.

Especificamente sobre a qualidade muscular avaliada por eco intensidade é importante considerar que apesar dos efeitos deletérios na função neuromuscular encontrados em idosos diabéticos, os valores de eco intensidade dos participantes do presente estudo foi similar aos valores de sujeitos idosos saudáveis que participaram de estudo no mesmo laboratório, com mesmo equipamento e avaliador (LOPEZ *et al.* 2017). O que quer dizer que possivelmente os pacientes não possuíam uma condição tão comprometida da qualidade muscular por eco intensidade no momento pré treinamento.

Com isso, os participantes do presente estudo parecem possuir maior dificuldade de modificação da variável qualidade muscular, uma vez que os idosos do presente estudo apresentaram valores semelhantes aos saudáveis, os quais se beneficiam do treinamento de

força para melhora dessa variável. Possivelmente idosos diabéticos necessitem maior tempo de adaptação. A qualidade muscular piora conforme avançar da idade (ARTS *et al.*, 2010), sendo que a faixa etária do presente estudo foi mais ampla, considerando sujeito mais velhos, os quais podem necessitar maior duração do treinamento para efeito na variável.

Desfechos secundários

Força máxima isométrica e dinâmica

O programa de treino do presente estudo não gerou incrementos significativos na força isométrica dos participantes. Possivelmente tal fato se justifique pela especificidade do treinamento, uma vez que o mesmo foi realizado de maneira dinâmica (RADAELLI *et al.* 2014; BAKER; WILSON; CARLYON, 1994). Diferentemente, os incrementos na força máxima dinâmica foram significativos para o grupo que treinou força. Nossos resultados corroboram com estudos prévios de treinamento de força em diabéticos (BACCHI *et al.*, 2012; BROOKS *et al.*, 2007; BRANDON *et al.*, 2003; BALDI; SNOWLING, 2003).

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 (IJZEMAN *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 (IJZEMAN *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)

No presente estudo o incremento nos valores de 1RM para extensão de joelhos foram aproximadamente 17%. Castaneda *et al.* (2002) e Brooks *et al.* (2007) apresentaram incrementos de 33%, mas consideraram a medida de somatório de vários exercícios de membros inferiores. Bacchi *et al.* (2012), realizaram teste de 1RM mais similar ao do presente estudo, com extensão de joelhos, pós duas sessões de familiarização, e encontraram uma mudança significativa de 12,3kg para o grupo de treinamento de força. No presente estudo a diferença absoluta entre as médias pré e pós treinamento foi de aproximadamente 6kg. Ibañez *et al.* (2005) realizaram teste de 1RM no exercício agachamento em máxima velocidade, no entanto o incremento de força encontrado foi similar ao do presente estudo, de aproximadamente 17% para os membros inferiores. Uma possível explicação para os incrementos mais baixos

encontrados no presente estudo em relação aos prévios são as características do programa de treino, o qual priorizou mais o volume do que a intensidade do treinamento de força.

Espessura muscular

Para a variável espessura muscular, o grupo que treinou força conseguiu incrementar a espessura do quadríceps femoral. Os aumentos foram de aproximadamente 8 mm, que corresponde a aproximadamente 10% de modificação. Meta-análise recente de Lee, Kim e Kim. (2017) a partir de quatro ensaios clínicos que avaliaram efeito do treinamento de força na massa magra de membros inferiores (MAVROS *et al.*, 2013; BROOKS *et al.* 2007; DUNSTAN *et al.*, 2002), não mostrou efeito do treinamento na massa magra de diabéticos (efeito do tamanho = 0,08), com aumento absoluto de 0,78 kg, avaliada por DEXA.

Os ganhos encontrados no presente estudo são similares aos encontrados por estudos do nosso grupo em indivíduos saudáveis, com mesma técnica de avaliação, aproximadamente 8-9%, em mulheres idosas (RADAELLI *et al.*, 2013) e homens idosos (WILHELM *et al.* 2014; CADORE *et al.* 2012). Com isso, é possível dizer que o programa de treino realizado neste estudo foi eficiente em incrementar a massa muscular dos membros inferiores de idosos diabéticos e parece ser uma estratégia interessante para minimizar a sarcopenia nessa população.

Diferenças nas características do programa de treinamento podem ter influenciado a divergência de resultados entre diferentes estudos realizados nesta população. No estudo de Brooks *et al.* (2007), que não encontrou incremento da massa magra de membros inferiores, foram realizados apenas três exercícios de membro inferior, enquanto no presente estudo foram realizados cinco exercícios, compreendendo um volume maior de treinamento nos membros inferiores. Conforme a literatura demonstra, incrementos de massa muscular são mais visíveis em programas de treino que priorizam o volume ao invés da intensidade (MITCHELL *et al.*, 2012; BURD *et al.*, 2010).

Apesar dos resultados não terem demonstrado melhora na qualidade muscular, incrementos na massa muscular são de grande importância na população idosa diabética principalmente pelo papel do tecido muscular esquelético na captação da glicose. Na comparação com seus pares saudáveis, os idosos diabéticos têm um processo sarcopênico mais acentuado (KIM *et al.*, 2014; LEENDERS *et al.* 2013; PARK *et al.*, 2009). Ainda, a

deterioração da massa magra e das funções musculares ocorre mesmo em pacientes com DM2 adultos em idade inferior aos 60 anos, independentemente do tempo de duração da doença, controle metabólico e presença de complicações microvasculares (GUERRERO *et al.*, 2016). Segundo Moon (2014) a sarcopenia mostra associação com a resistência à insulina e com o diabetes, sendo um preditor inicial para diabetes em idosos. Kalyani *et al.*, (2012) mostraram que maiores valores de glicose e insulina, tanto em jejum como pós prandial, estão associados a menor massa muscular.

Desfecho funcional

Foi encontrado um efeito do tempo significativo para todos os três testes funcionais, mostrando que ambos os grupos modificaram seus valores. Diferentes estudos prévios mostraram que menor valor de desempenho funcional é observado em idosos diabéticos em comparação aos saudáveis (LEENDERS *et al.*, 2013; IJZERMAN *et al.* 2012; KALYANI *et al.*, 2010; GREGG *et al.*, 2002 e 2000). De acordo com Kalyani *et al.* (2010), o controle glicêmico junto as complicações associadas à doença explicam 85% do excesso de risco de limitação de mobilidade associado ao diabetes. Como os pacientes do presente estudo eram livres de complicações associadas à doença, possivelmente não possuíam grande prejuízo funcional.

Comparando os valores de desempenho funcional encontrados previamente para idosos saudáveis, no teste de sentar e levantar da cadeira o desempenho é de aproximadamente 16 a 21 segundos (CSUKA; McCARTY, 1984), enquanto no presente estudo os valores de média ficaram em torno de 21 segundos. Em relação ao teste TUG, os valores de referência são de 7,24 a 8,54 (ISLES *et al.*, 2004), enquanto no presente estudo foram 6,8 a 6,9 segundos. Em estudo de Ijzerman *et al.* (2012), no teste TUG, diabéticos com polineuropatia diabética mostraram média de 9,3 segundos, os sem polineuropatia 8,4 segundos, enquanto os saudáveis 7,2 segundos. Por último, em estudo de Galvão e Taaffe. (2005), com um degrau a mais no teste de subir escada, os idosos saudáveis tiveram desempenho de 4,5 a 5,3 segundos, enquanto no presente estudo o desempenho foi de 4,1. Essas comparações mostram que os valores de desempenho funcional dos idosos desse estudo eram bastante similares aos de idosos saudáveis, nas mesmas condições de teste.

Forte associação é encontrada entre menores valores de força e o declínio da capacidade funcional com a idade, nos testes de subir escada e sentar e levantar da cadeira (CARMELI *et al.*, 2012). Conforme no presente estudo houveram melhoras nesses dois testes para o GI é possível que as mesmas tenham sido influenciadas pelos ganhos de força desse grupo. Segundo Lord *et al.* (2002), um grande número de variáveis influenciam a habilidade de levantar da cadeira, incluindo o equilíbrio, a escolha da estratégia, a altura da cadeira e a força de membro superior e inferior. No entanto, os autores demonstraram que a força do quadríceps foi a variável mais importante para explicar a variância no teste.

Em relação às melhorias do GC, para o teste de subir escada e TUG, alguns estudos já demonstraram que o treino de flexibilidade com alongamentos é capaz de melhorar o desempenho funcional de idosos (LOCKS *et al.* 2012; BIRD *et al.* 2009). Bird *et al.* (2009), demonstram incremento no desempenho do teste TUG tanto no grupo de treino de força, quanto no grupo de alongamento, pós 16 semanas de treino, três vezes por semana. Revisão sistemática de Zotz *et al.* (2014) mostrou que os exercícios de flexibilidade podem ser considerados como uma intervenção válida para indivíduos idosos em contrariar o declínio de mobilidade relacionado a idade, quando analisada a velocidade de caminhada, possivelmente pelo incremento na amplitude de movimento. Apesar dos estudos prévios terem uma frequência semanal de alongamento maior que a do presente estudo, é possível que os sujeitos tenham incrementado sua amplitude de movimento, favorecendo uma melhora na mobilidade.

Mesmo que a análise por protocolo tenha encontrado um efeito do tempo para os três testes, é importante considerar que a magnitude de modificação dos valores pré para pós treinamento foi similar ao erro típico encontrado para essas medidas. Isso quer dizer que a variação encontrada pode estar relacionada ao erro embutido no próprio teste.

Conforme citado anteriormente, já foi bem identificada a diferença que existe entre idosos saudáveis e diabéticos em relação a capacidade funcional, mas poucos são os estudos que verificaram o efeito do treinamento no desempenho. Brandon *et al.* (2003) não encontraram modificação significativa para o grupo de treino de força pós 6 e 24 meses de treinamento, tanto no teste de subir escada, como no teste TUG. Os idosos tiveram incrementos significativos apenas no teste de descer escada, pós seis meses de treinamento.

Desfecho de composição corporal: Gordura Visceral

A distribuição regional do tecido adiposo parece estar mais associada com a resistência à insulina do que à obesidade em si, principalmente o tecido adiposo visceral (PREIS et al., 2010). Modificações que ocorram na gordura visceral podem reduzir a resistência à insulina e melhorar o controle glicêmico. No presente estudo, houve redução significativa, de magnitude pequena, para ambos os grupos.

Estudos prévios com a população diabética mostram resultados divergentes em relação aos efeitos do treinamento de força no tecido adiposo visceral. Bacchi *et al.* (2012), verificaram melhora no tecido adiposo visceral e subcutâneo, pós 4 meses de treinamento de força, avaliado por ressonância magnética, em pacientes diabéticos em idade média de 57 anos. Após 8-10 semanas de treinamento de força em idosos, Ibañez *et al.* (2005) também encontraram redução de 10% na gordura visceral, em análise por tomografia, mas sem GC para comparação. Já no estudo DARE (SIGAL *et al.*, 2007), após 22 semanas de treinamento, não houve diferença entre os grupos para a redução de gordura visceral, avaliado por tomografia. O mesmo ocorreu no estudo *Graded Resistance Exercise And Type 2 Diabetes in Older adults - GREAT2DO* (MAVROS *et al.*, 2013), pós 12 meses de treino de força em idosos, no qual não houve diferença entre a redução da gordura visceral no grupo de treino de força e no grupo *sham*, avaliada por tomografia.

Apesar dos resultados de Misra *et al.* (2008) terem demonstrado que três meses de treinamento de força são capazes de diminuir a gordura visceral e subcutânea de diabéticos dos 24-50 anos, revisão sistemática de Ismail *et al.* (2011) concluiu que o exercício aeróbico é o principal programa de exercício para alcançar o objetivo de reduzir a gordura visceral, compilando estudos com sujeitos dos 28-83 anos, tanto saudáveis, como com doenças crônicas. Dobrosielski *et al.* (2014), mostraram que a redução da gordura visceral pós treinamento combinado, de 26 semanas, foi atenuada em pacientes com diabetes tipo 2 (-3%) em relação aos pacientes não diabéticos (-18%), sugerindo que idosos diabéticos tipo 2 podem ser resistentes ao benefício do exercício no tecido adiposo visceral.

Ao que tem sido demonstrado pela divergência entre estudos, 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 (XIAO e FU, 2015). 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, Com isso, a redução encontrada com o

programa de treino do presente estudo com a análise PP foi pequena e assim como nos estudos DARE e GREAT2DO, não diferiram do GC.

Desfechos bioquímicos

Em relação ao efeito do treinamento de força desse estudo no controle glicêmico, houve redução dos valores de HbA1c para o GI e aumento dos valores para o GC, sendo que efeitos do treinamento similares foram encontrados os valores de glicemia de jejum.

A redução nos valores de HbA1c foi de 0,17%, redução menor do que relatado em estudos prévios. Segundo meta-análise de Lee, Kim e Kim (2017) pode se esperar uma redução de até 0,5% com o treinamento de força. No entanto, estudos como o de Dunstan *et al.* (2002) e Sigal *et al.* (2007) encontraram que maior redução ocorre nos sujeitos que possuem valores mais acentuados de HbA1c no início do treinamento. Dos pacientes que participaram do GI e foram incluídos na análise por protocolo, apenas um deles possuía valor de HbA1c acima de 8%.

Alguns estudos mostram que a melhora do controle glicêmico com o treinamento de força pode ser independente do aumento da massa músculo-esquelética (ANDERSEN *et al.* 2003; HOLTEN *et al.* 2004). No entanto, no presente estudo, apesar de ser possível especular que melhoras na sinalização da insulina e transporte da glicose colaboraram para melhora do controle glicêmico, dentre as variáveis analisadas parece que o aumento do tecido contrátil é uma das principais justificativas, uma vez que o tecido músculo esquelético é responsável pela maior parte de captação da glicose sanguínea (DeFRONZO, 2009). Em estudo de Mavros *et al.* (2013), dentro do grupo de treinamento de força, aquelas pessoas que apresentaram incrementos de massa muscular também foram as mesmas que mostraram redução dos valores de HbA1c.

Com relação ao perfil lipídico, houve melhora dos níveis séricos de triglicerídeos para o GI e piora para o GC, houve melhora do colesterol LDL e HDL para ambos os grupos, mas não houve modificação dos valores de colesterol total. Apesar dos participantes do presente estudo não serem caracterizados como dislipidêmicos, a dislipidemia é um fator de risco estabelecido para doença cardiovascular e é comum em grande parte dos pacientes diabéticos (SAYDAH *et al.*, 2004).

Em relação aos estudos prévios encontrados na literatura com diabéticos, os resultados com relação à melhora do perfil lipídico e dos níveis de triglicerídeos em diabéticos são

divergentes entre estudos com treinamento de força. Egger *et al.* (2012) mostraram uma melhora no perfil lipídico com o treinamento de força de alta intensidade, mas descreveram que possivelmente esses incrementos foram justificados pelo acaso, uma vez que 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 triglicérides 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, triglicérides e colesterol LDL, mas não no colesterol HDL, pós 16 semanas de treino combinado.

Deve-se ressaltar que as melhoras nos níveis de colesterol HDL e LDL não podem ser justificadas apenas por efeito do treinamento, uma vez que o GC também sofreu as mesmas modificações.

Desfecho qualidade de vida

Quanto ao efeito da intervenção na qualidade de vida só houve uma piora dos valores para o domínio impacto da doença, no grupo controle. A relação entre reduzida qualidade de vida e diabetes pode ser esperada, porque a doença afeta importantes aspectos da saúde física, tais como visão, sensibilidade nas extremidades, função renal, dieta e a capacidade de realizar as atividades de vida diária (AWOTIDEBE *et al.*, 2017). O correto tratamento e manutenção do controle da doença podem afetar os aspectos anteriormente descritos e conseqüentemente melhorar a qualidade de vida. Análise do estudo HART-D (MYERS *et al.*, 2013), mostrou que tanto o treino de força, como o aeróbico melhoraram a qualidade de vida dos diabéticos, pós 9 meses de treinamento, sendo que a combinação dos dois teve efeito ainda maior.

Estudo de Baptista *et al.* (2017) mostrou melhora na qualidade de vida pós 24 meses de treinamento. Segundo Thiel *et al.* (2017) indivíduos com diabetes tipo 2 que atingem as recomendações de atividade física desejadas possuem uma melhor qualidade de vida em comparação aos diabéticos que não atingem. Estudo de Kueh *et al.* (2015) revelou que o tratamento do DM2 com dieta, exercício e atitudes mais positivas leva a melhora dos níveis de satisfação e melhora do impacto da doença avaliado por pelo mesmo questionário utilizado no

presente estudo (DQOL). Ou seja, a prática de atividade física ou exercício é importante para a melhora da qualidade de vida em diabéticos. No entanto o programa de treino do presente estudo não foi capaz de modificar o nível de qualidade de vida total dos idosos. Os estudos relatados que apresentaram melhora da qualidade de vida tiveram duração maior que a do presente estudo. Além disso, os participantes possuíam bons níveis de qualidade de vida iniciais.

Por outro lado, o domínio impacto da doença sofreu uma piora no GC, mostrando que o grupo que não realizou treinamento de força piorou o impacto da doença na sua vida social, profissional, bem como seu desconforto físico com a doença. Com isso, mesmo que treinamento de força não tenha modificado positivamente a qualidade de vida, o mesmo manteve o nível dos idosos em cada domínio e de maneira geral, diferente do GC, no qual os sujeitos tiveram uma piora no impacto da doença.

Desfecho nível de atividade física

Não houve diferença entre os grupos para os níveis de atividade física tanto nos domínios individuais de atividade doméstica, atividade esportiva, atividade livre, como no nível de atividade física total, mostrando que os participantes engajados no presente estudo não modificaram seu nível de atividade física ao longo das 12 semanas de treinamento.

5.8 Limitações do estudo

O presente estudo possui algumas limitações. O critério de inclusão dos pacientes, adotado no presente 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 acima de 8%, o que pode ter minimizado os efeitos do treinamento sobre algumas variáveis. No entanto, devido à dificuldade de recrutamento de pacientes com valores de HbA1c acima de 7,5%, houve a necessidade de reduzir o ponto de corte do estudo.

Apesar de ter sido dada a instrução aos pacientes de que não realizassem modificações nos seus hábitos alimentares, não foi realizado um controle alimentar dos participantes pré e pós treinamento, sendo essa uma das limitações desse estudo.

Os critérios de exclusão relacionados a complicações relacionadas a doença foram avaliados por questionário e não a partir dos testes que são comumente recomendados.

O percentual de perdas do presente estudo foi maior do que o esperado (36,3% em ambos os grupos). No entanto, em estudo Brandon *et al.* (2003), também com treinamento de força em idosos, a taxa de perda foi de 45% e 35% os grupos intervenção e controle, respectivamente.

6. CONCLUSÃO

O programa de treino de força proposto nesse estudo foi capaz de melhorar a força máxima dinâmica e a espessura muscular de idosos diabéticos. Além da melhora nas variáveis neuromusculares, houve melhora do controle glicêmico, que pode ter sido mediada pelo aumento da espessura muscular. No entanto, parece que os testes utilizados para a capacidade funcional não foram capazes de identificar melhoras no desempenho de testes funcionais, uma vez que aos pacientes possuíam valores de funcionalidade similares aos de idosos saudáveis. Diferente da hipótese que norteou esse estudo, o treinamento de força por 12 semanas não foi capaz de melhorar a qualidade musculares dos idosos diabéticos, mostrando que os mesmos possuem resistência na modificação dessa variável, possivelmente necessitando período de treinamento maior. Importante ressaltar que o presente estudo é um dos poucos ensaios clínicos randomizados, ao nosso conhecimento, que incluiu na amostra sujeitos acima dos 70 anos de idade (60-88anos), aumentando a validade externa dos resultados, uma vez que grande parte dos ensaios clínicos randomizados exclui pacientes acima dos 70-75 anos de idade.

REFERÊNCIAS

ABATE N., GARG A., PESHOCK R.M., *et al.* Relationships of generalized and regional adiposity to insulin sensitivity in men. **Journal of Clinical Investigation**. 96(1): 88–98, 1995.

ACSM: American college of sports medicine and the American diabetes association: joint position statement. Exercise and type 2 diabetes. **Medicine and Science in Sports and Exercises**. 42:2282–2303; 2010.

ADA: AMERICAN DIABETES ASSOCIATION. Standards of medical care in diabetes. **Diabetes Care**. 36(1): S11-S66; 2013a.

ADA: AMERICAN DIABETES ASSOCIATION. Economic costs of diabetes in the U.S in 2012. **Diabetes Care**, 36; 2013b.

ANDERSEN L.L., AAGAARD P. Influence of maximal muscle strength and intrinsic muscle contractile properties on contractile rate of force development. **European Journal of Applied Physiology**. 96(1):46-52, 2006.

ANDERSEN H., NIELSEN S., MOGENSEN C.E., *et al.* Muscle strength in type 2 diabetes. **Diabetes**. 53(6):1543-1548, 2004.

ANDERSEN J.L., SCHJERLING P., ANDERSEN L.L., *et al.* Resistance training and insulin action in humans: effects of de-training. **Journal of Physiology**. 551(3): 1049-1058, 2003.

ANVISA: Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Documento das Américas. **Organização Pan-Americana da Saúde**. 2010.

ARTS I.M.P., PILLEN S., SCHELHAAS J., *et al.* Normal values for quantitative muscle ultrasonography in adults. **Muscle and Nerve**. 41(1): 32–41, 2010.

AWOTIDEBE T.O., ADEDYOIN R.A., *et al.* Relationship between functional capacity and health-related quality of life of patients with type-2 diabetes. **Diabetes and Metabolic Syndrome**. 11(1):1-5, 2017.

BACCHI, E., NEGRI C., ZANOLIN M.E, *et al.* Metabolic effects of aerobic training and resistance training in type 2 diabetic subjects: a randomized controlled trial (the RAED2 study). **Diabetes Care**. 35(4): 676-682, 2012.

BAHIA L.R., ARAUJO D.V., SCHAAN B.D., *et al.* The costs of type 2 diabetes mellitus outpatient care in the Brazilian public health system. **Value in Health**. 14(5 Suppl 1): S137-S140, 2011.

BAKER D, WILSON G, CARLYON B. Generality versus specificity: a comparison of dynamic and isometric measures of strength and speed-strength. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**. 68(4):350-5, 1994.

BALDI J.C., SNOWLING N. Resistance training improves glycaemic control in obese type 2 diabetic men. **International Journal of Sports Medicine**. 24(6):419-23, 2003.

BANNISTER C.A., HOLDEN S.E., JENKINS-JONES S., *et al.* Can people with type 2 diabetes live longer than those without? A comparison of mortality in people initiated with metformin or sulphonylurea monotherapy and matched, non-diabetic controls. **Diabetes Obesity Metabolism**. 16(11):1165-73, 2014.

BAPTISTA L.C., MACHADO-RODRIGUES A.M., MARTINS R.A. Exercise but not metformin improves health-related quality of life and mood states in older adults with type 2 diabetes. **European Journal of Sports Science**. 17(6):794-804, 2017.

BARBAT-ARTIGAS S., ROLLAND Y., ZAMBONI M., *et al.* How to assess functional status: a new muscle quality index. **Journal of Nutrition and Health Aging**. 16(1):67-77, 2012.

BAZZUCCHI I., DE VITO G., FELICI F., *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**. 25(5):815-823, 2015.

BIRD M.L., HILL K., BALL M., *et al.* Effects of resistance- and flexibility-exercise interventions on balance and related measures in older adults. **Journal of Aging and Physical Activity**. 17(4):444-454, 2009.

BOSSONI S., MAZZIOTTI G., GAZZARUSO C., *et al.* Relationship between instrumental activities of daily living and blood glucose control in elderly subjects with type 2 diabetes. **Age Ageing**. 37(2):222-225, 2008.

BRAGA J.R., AVEZUM A., FERREIRA S.R., *et al.* Management of diabetes mellitus and associated cardiovascular risk factors in Brazil - the Brazilian study on the practice of diabetes care. **Diabetology Metabolic and Syndrome**. 5(1):46, 2013.

BRANDON, L.J., GAASCH, D.A., BOYETTE, L.W., *et al.* Effects of long-term resistive training on mobility and strength in older adults with diabetes. **Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences**. 58(8): 740-745, 2003.

BROOKS, N., LAYNE, J.E., GORDON, P.L., *et al.* Strength training improves muscle quality and insulin sensitivity in Hispanic older adults with type 2 diabetes. **International Journal of Medical Science**. 4(1):19-27, 2007.

BURD N.A., WEST D.W., STAPLES A.W., ATHERTON P.J., *et al.* Low-load high volume resistance exercise stimulates muscle protein synthesis more than high-load low volume resistance exercise in young men. **Plos One**. 5(8):e12033, 2010.

CADORE, E.L., IZQUIERDO, M., CONCEIÇÃO, M., *et al.* Echo intensity is associated with skeletal muscle power and cardiovascular performance in elderly men. **Experimental Gerontology**. 47(6):473-478, 2012.

CARMELI E., IMAM B., MERRICK J. The relationship of pre-sarcopenia (low muscle mass) and sarcopenia (loss of muscle strength) with functional decline in individuals with intellectual disability (ID). **Archives of Gerontology and Geriatrics**. 55(1):181-185, 2012.

CASTANEDA, C., LAYNE, J.E., MUNOZ-ORIAN, L., *et al.* A randomized controlled trial of resistance exercise training to improve glycemic control in older adults with type 2 diabetes. **Diabetes Care.** 25(12): 2335-2341; 2002.

CEFALU, W.T., WANG, Z.Q., WERBRL, S., *et al.* Contribution of visceral fat mass to the insulin resistance of aging. **Metabolism.** 44(7):954-959; 1995.

CHURCH, T.S., BLAIR, S.N., COCREHAM, S., *et al.* Effects of aerobic and resistance training on hemoglobin A1c levels in patients with type 2 diabetes: a randomized controlled trial. **Journal of the American Medical Association.** 304 (20):2253-2262, 2010.

CLARK, B.C., MANINI, T.M. Sarcopenia \neq dynapenia. **Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences.** 63(8):829-834, 2008.

COLBERG S.R., SIGAL R.J., YARDLEY J.E., *et al.* Physical Activity/Exercise and Diabetes: A Position Statement of the American Diabetes Association. **Diabetes Care.** 39(11):2065-2079, 2016.

COON P.J., ROGUS E.M., DRINKWATER D., *et al.* Role of body fat distribution in the decline in insulin sensitivity and glucose tolerance with age. **Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism.** 75(4):1125-32, 1992.

CORRER, C.J., PONTAROLO, R., MELCHORS, A.C., *et al.* Tradução para o português e validação do instrumento diabetes quality life measure (DQOL-Brasil). **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia.** 52(3): 515-522, 2008.

CSUKA M., MCCARTY D.J. Simple method for measurement of lower extremity muscle strength. **American Journal of Medicine.** 78(1):77-81, 1985.

CURRIE C.J., POOLE C.D., EVANS M., *et al.* Mortality and other important diabetes-related outcomes with insulin vs other antihyperglycemic therapies in type 2 diabetes. **Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism.** 98(2):668-77, 2013.

DE FRONZO R.A., TRIPATHY D. Skeletal muscle insulin resistance is the primary defect in type 2 diabetes. **Diabetes Care.** 32:s157-s163, 2009.

DELMONICO M.J., HARRIS T.B., VISSER M., *et al.* Longitudinal study of muscle strength, quality, and adipose tissue infiltration. **American Journal of Clinical Nutrition.** 90(6):1579-1585, 2009.

DINIZ A.L.D., TOMÉ R.A.F., DEBS C.L., *et al.* Avaliação da reprodutibilidade ultrassonográfica como método para medida da gordura abdominal e visceral. **Radiologia Brasileira.** 42(6): 353-357, 2009.

DOBROSIELSKI D.A., GIBBS B.B., CHAUDHARI S., *et al.* Effect of exercise on abdominal fat loss in men and women with and without type 2 diabetes. **British Medical Journal Open.** 3:e003897, 2013.

DUNSTAN, D.W., DALY, R.M., *et al.* High-intensity resistance training improves glycemic control in older patients with type 2 diabetes. **Diabetes Care.** 25(10):1729-1736; 2002.

ECKERT, K. Impact of physical activity and bodyweight on health-related quality of life in people with type 2 diabetes. **Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity: Targets and Therapy.** 5:303–311, 2012.

ERIKSSON J., TAIMELA S., ERIKSSON K., *et al.* Resistance training in the treatment of non-insulin-dependent diabetes mellitus. **International Journal of Sports Medicine.** 18(4):242-246; 1997.

FIELDING R.A., VELLAS B., EVANS W.J., *et al.* Sarcopenia: an undiagnosed condition in older adults. Current consensus definition: prevalence, etiology, and consequences. International working group on sarcopenia. **Journal of the American Medical Directors Association.** 12(4):249-256, 2011.

FOWLER M. Microvascular and Macrovascular Complications of Diabetes. **Clinical Diabetes.** 26(2):77-82, 2008.

FRAGALA M.S., FUKUDA D.H., STOUT J.R., *et al.* Muscle quality index improves with resistance exercise training in older adults. **Experimental Gerontology.** 53:1-6, 2014.

FRAGALA M.S., KENNY A.M., KUCHEL G.A. Muscle Quality in Aging: a Multi-Dimensional Approach to Muscle Functioning with Applications for Treatment. **Sports Medicine.** 45(5):641-58, 2015.

FRIEDEWALD W.T., LEVY R.I., FREDRICKSON D.S. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. **Clinical Chemistry.** 18(6): 499-502; 1972.

FRONTERA WR, HUGHES VA, FIELDING RA, *et al.* Aging of skeletal muscle: a 12-yr longitudinal study. **Journal of Applied Physiology.** 88(4):1321-6, 2000.

FUKUMOTO Y., IKEZOE T., YAMADA Y., *et al.* Skeletal muscle quality assessed from echo intensity is associated with muscle strength of middle-aged and elderly persons. **European Journal of Applied Physiology.** 112(4):1519-1525, 2012.

GALVÃO D.A., TAAFFE D.R. Resistance exercise dosage in older adults: single- versus multiset effects on physical performance and body composition. **Journal of the American Geriatrics Society.** 53(12): 2090-2097, 2005.

GOODPASTER B.H., KELLEY D.E., THAETE F.L., *et al.* Skeletal muscle attenuation determined by computed tomography is associated with skeletal muscle lipid content. **Journal of Applied Physiology.** 89:104-110, 2000a.

GOODPASTER B.H., THAETE F.L., KELLEY D.E. Thigh adipose tissue distribution is associated with insulin resistance in obesity and in type 2 diabetes mellitus. **American Journal of Clinical Nutrition.** 71:885-892, 2000b.

GOODPASTER B.H., PARK S.W., HARRIS T.B., *et al.* The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: the health, aging and body composition study. **Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences.** 61(10):1059-1064, 2006.

GREGG E.W., BECKLES G.L., WILLIAMSON D.F., *et al.* Diabetes and physical disability among older U.S. adults. **Diabetes Care.** 23(9): 1272-1277, 2000.

GREGG E.W., MANGIONE C.M., CAULEY J.A., *et al.* Diabetes and incidence of functional disability in older women. **Diabetes Care.** 25(1):61-67, 2002.

GUARIGUATA L., WHITING D.R., HAMBLETON I., *et al.* Global estimates of diabetes prevalence for 2013 and projections for 2035. **Diabetes Research and Clinical Practice.** 103(2):137-149, 2014.

GUERRERO N., BUNOUT D., HIRSCH S., *et al.* Premature loss of muscle mass and function in type 2 diabetes. **Diabetes Research and Clinical Practice.** 117:32-38, 2016.

HANSEN P.A., NOLTE L.A., CHEN M.M., *et al.* Increased GLUT-4 translocation mediates enhanced insulin sensitivity of muscle glucose transport after exercise. **Journal of Applied Physiology.** 85(4):1218-1222, 1998.

HECKMATT J.Z., LEEMAN S., DUBOWITZ V. Ultrasound imaging in the diagnosis of muscle disease. **The Journal of Pediatrics.** 101(5):656-660, 1982.

HOLTEN M.K., ZACHO M., GASTER M., *et al.* Strength training increases insulin-mediated glucose uptake, GLUT4 content, and insulin signaling in skeletal muscle in patients with type 2 diabetes. **Diabetes.** 53(2):294-305, 2004.

HOPKINS W.G. Measures of reliability in sports medicine and science. **Sports Medicine.** 30(1):1-15, 2000.

IBÁÑEZ J., IZQUIERDO M., ARGÜELLES I., *et al.* Twice-weekly progressive resistance training decreases abdominal fat and improves insulin sensitivity in older men with type 2 diabetes. **Diabetes Care.** 28(3):662-667, 2005.

IBÁÑEZ J., GOROSTIAGA E.M., ALONSO A.M., *et al.* Lower muscle strength gains in older men with type 2 diabetes after resistance training. **Journal of Diabetes and its Complications.** 22(2):112-118, 2008.

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

IJZERMAN T.H., SCHAPER N.C., MELAI T., *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.** 95(3):345-351, 2012.

ISER, B.P.M., STOPA S.R., CHUEIRI O.S., *et al.* Prevalência de diabetes autorreferido no Brasil: resultados da Pesquisa Nacional de Saúde 2013. **Epidemiologia e Serviços de Saúde** [online]. 24(2):305-314, 2015.

ISMAIL I., KEATING S.E., BAKER M.K., *et al.* A systematic review and meta-analysis of the effect of aerobic vs. resistance exercise training on visceral fat. **Obesity Reviews**. 13(1):68-91, 2012.

ISLES R.C., CHOY N.L., STEER M., *et al.* Normal values of balance tests in women aged 20-80. *Journal of the American Geriatrics Society*. 52(8):1367-172, 2004.

IVEY F.M., TRACY B.L., LEMMER J.T., *et al.* Effects of strength training and detraining on muscle quality: age and gender comparisons. *Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*. 55(3):B152-B157, 2000.

JESSEN N., GOODYEAR L.J. Contraction signaling to glucose transport in skeletal muscle. **Journal of Applied Physiology**. 99(1):330-337, 2005.

KALYANI R.R., SAUDEK C.D., BRANCATI F.L., *et al.* Association of diabetes, comorbidities, and A1C with functional disability in older adults: results from the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES), 1999-2006. **Diabetes Care**. 33(5):1055-60, 2010.

KALYANI R.R., METTER E.J., RAMACHANDRAN R., *et al.* Glucose and insulin measurements from the oral glucose tolerance test and relationship to muscle mass. **Journal Gerontology. Series A: Biological Science and Medicine Science**. 67(1):74-81, 2012.

KALYANI R.R., TRA Y., YEH H-C. *et al.* Quadriceps Strength, Quadriceps Power, and Gait Speed in Older U.S. Adults with Diabetes: Results from the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES), 1999–2002. **Journal of American Geriatrics Society**. 61(5):769–775, 2013.

KALYANI R.R., METTER E.J., EGAN J., *et al.* Hyperglycemia predicts persistently lower muscle strength with aging. **Diabetes Care**. 38(1):82–90, 2015.

KERSHAW E.E., FLIER J.S. Adipose tissue as an endocrine organ. **Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism**. 89(6):2548-2556, 2004.

KIM K.S., PARK K.S., KIM M.J., *et al.* Type 2 diabetes is associated with low muscle mass in older adults. **Geriatrics and Gerontology International**. Suppl 1:115-121, 2014.

KORHONEN, M.T.; MERO, A.A.; ALÉN, M.; SIPILÄ, S.; HÄKKINEN, K.; LIKAVAINIO, T.; VIITASALO, J.T.; HAVERINEN, M.T.; SUOMINEN, H. Biomechanical and skeletal muscle determinants of maximum running speed with aging. **Medicine and Science in Sports and Exercises**. 2009; 41(4): 844-856.

KUEH Y.C., MORRIS T., BORKOLES E., *et al.* Modelling of diabetes knowledge, attitudes, self-management, and quality of life: a cross-sectional study with an Australian sample. **Health and Quality of Life Outcomes.** 13:129, 2015.

LANDI F., ONDER G., BERNABEI R. Sarcopenia and diabetes: two sides of the same coin. **Journal of American Medical Directors Association.** 14(8):540-541, 2013.

LEE J., KIM D., KIM C. Resistance Training for Glycemic Control, Muscular Strength, and Lean Body Mass in Old Type 2 Diabetic Patients: A Meta-Analysis. **Diabetes Therapy.** 8(3):459-473, 2017.

LEENDERS M., VERDIJK L.B., VAN DER HOEVEN L., *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.** 14(8):585-592, 2013.

LOCKS R.R., COSTA T.C., KOPPE S., *et al.* Effects of strength and flexibility training on functional performance of healthy older people. **Revista Brasileira de Fisioterapia.** 16(3):184-90, 2012.

LOPES P.B., PEREIRA G., LODOVICO A., *et al.* Strength and Power Training Effects on Lower Limb Force, Functional Capacity, and Static and Dynamic Balance in Older Female Adults. **Rejuvenation Research.** 19(5): 385-393, 2016.

LOPEZ P., WILHELM E.N., RECH A., *et al.* Echo intensity independently predicts functionality in sedentary older men. **Muscle and Nerve.** 55(1):9-15, 2017.

LORD S.R., MURRAY S.M., CHAPMAN K., *et al.* Sit-to-stand performance depends on sensation, speed, balance, and psychological status in addition to strength in older people. **Journal of Gerontology. Series A: Biological Sciences and Medical Science.** 57(8):M539-543, 2002.

LUNA B., FEINGLOS M.N. Oral agents in the management of type 2 diabetes mellitus. **American Family Physician.** 63(9):1747-1756, 2001.

LYNCH N.A., METTER E.J., LINDLE R.S. *et al.* Muscle quality. I. Age-associated differences between arm and leg muscle groups. **Journal of Applied Physiology.** 86(1):188-194, 1999.

MYERS V.H., MCVAY M.A., BRASHEAR M.M., *et al.* Exercise training and quality of life in individuals with type 2 diabetes: a randomized controlled trial. **Diabetes Care.** 36(7):1884-1890, 2013.

MANINI T.M., CLARK B.C. Dynapenia and aging: na update. **Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences.** 67(1):28-40, 2012.

MAVROS Y., KAY S., ANDERBERG K.A., *et al.* Changes in insulin resistance and HbA1c are related to exercise-mediated changes in body composition in older adults with type 2

diabetes: interim outcomes from the GREAT2DO trial. **Diabetes Care.** 36(8):2372-2379, 2013.

MAZO G.Z., MOTA J., BENEDETTI, T.B., *et al.* Validade concorrente e reprodutibilidade: teste-reteste do questionário de Baecke modificado para idosos. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde.** 6(1):5-11; 2001.

MILJKOVIC I., KUIPERS A.L., CAULEY J.A., *et al.* Greater skeletal muscle fat infiltration is associated with higher all-cause and cardiovascular mortality in older men. **Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences.** 70(9):1133–1140, 2015.

MISRA A., ALAPPAN N.K., VIKRAM N.K., *et al.* Effect of supervised progressive resistance-exercise training protocol on insulin sensitivity, glycemia, lipids, and body composition in Asian Indians with type 2 diabetes. **Diabetes Care.** 31(7):1282-1287, 2008.

MITCHELL C.J., CHURCHWARD-VENNE T.A., WEST D.W., *et al.* Resistance exercise load does not determine training-mediated hypertrophic gains in young men. **Journal of Applied Physiology.**13(1):71-77, 2012.

MOON S.S. Low skeletal muscle mass is associated with insulin resistance, diabetes, and metabolic syndrome in the Korean population: the Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES) 2009-2010. **Endocrine Journal.** 61(1):61-70, 2014.

MOURIER A., GAUTIER J-F., DE KERVILER E., *et al.* Mobilization of visceral adipose tissue related to the improvement in insulin sensitivity in response to physical training in NIDDM: effects of branched-chain amino acid supplements. **Diabetes Care.** 20(3): 385-391, 1997.

NARICI M.V., ROI G.S., LANDONI L., *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.** 59(4):310-319, 1989.

NEWMAN A.B., HAGGERTY C.L., GOODPASTER, B. *et al.* Strength and muscle quality in a well-functioning cohort of older adults: the Health, Aging and Body Composition Study. **Journal of the American Geriatrics Society.** 51(3):323-330, 2003.

NEWMAN A.B., KUPELIAN V., VISSER M., *et al.* Strength, but not muscle mass, is associated with mortality in the health, aging and body composition study cohort. **Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences.** 61(1):72-77, 2006.

NILWIK R., SNIJDERS T., LEENDERS M., GROEN B.B., *et al.* The decline in skeletal muscle mass with aging is mainly attributed to a reduction in type II muscle fiber size. **Experimental Gerontology.** 48(5):492-498, 2013.

NISHIHARA K., KAWAI H., HAYASHI H., *et al.* Frequency analysis of ultrasonic echo intensities of the skeletal muscle in elderly and young individuals. **Clinical Interventions in Aging.** 9:1471-1478, 2014.

PARK S.W., GOODPASTER B.H., LEE J.S., *et al.* Excessive loss of skeletal muscle mass in older adults with type 2 diabetes. **Diabetes Care.** 32(11):1993-1997, 2009.

PARK S.W., GOODPASTER B.H., STROTMAYER E.S., *et al.* Decreased muscle strength and quality in older adults with type 2 diabetes: the health, aging, and body composition study. **Diabetes**. 55(6):1813-1818, 2006.

PARK S.W., GOODPASTER B.H., STROTMAYER E.S., *et al.* Health, Aging, and Body Composition Study. Accelerated loss of skeletal muscle strength in older adults with type 2 diabetes: the health, aging, and body composition study. **Diabetes Care**. 30(6):1507-1512, 2007.

PESTA D.H., GONCALVES R.L.S., MADIRAJU A.K., *et al.* Resistance training to improve type 2 diabetes: working toward a prescription for the future. **Nutrition and Metabolism**. 14:24, 2017.

PILLEN S., VAN KEIMPEMA M., NIEVELSTEIN R.A., *et al.* Skeletal muscle ultrasonography: Visual versus quantitative evaluation. **Ultrasound in Medicine and Biology**. 32(9):1315-1321, 2006.

PILLEN S., TAK R.O., ZWARTS M.J., LAMMENS M.M., *et al.* Skeletal muscle ultrasound: correlation between fibrous tissue and echo intensity. **Ultrasound in Medicine and Biology**. 35(3):443-446, 2009.

PI-SUNYER X., BLACKBURN G., BRANCATI F.L., *et al.* Reduction in weight and cardiovascular disease risk factors in individuals with type 2 diabetes: one-year results of the look AHEAD trial. **Diabetes Care**. 30(6):1374-1383, 2007.

PODSIADLO D., RICHARDSON S. The timed “up and go”: a test of basic functional mobility for frail elderly persons. **Journal of American Geriatric Society**. 39:142-148, 1991.

POEHLMAN E.T., DVORAK R.V., DE NINO W.F., *et al.* Effects of resistance training and endurance training on insulin sensitivity in nonobese, Young women: a controlled randomized Trial. **Journal of Endocrinology and Metabolism**. 85(7): 2563-2468, 2000.

PREIS S.R., MASSARO J.M., ROBINS S.J., *et al.* Abdominal subcutaneous and visceral adipose tissue and insulin resistance in the Framingham heart study. **Obesity**. 18(11):2191-2198, 2010.

RADAELLI R., WILHELM E.N., BOTTON C.E., *et al.* Effect of two different strength training volumes on muscle hypertrophy and quality in elderly women. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**. 53(3):1-6, 2013.

RECH A., RADAELLI R., GOLTZ F.R., *et al.* Echo intensity is negatively associated with functional capacity in older women. **Age**. 36(9708): 3-9, 2014.

ROBERTSON R.J., GOSS F.L., RUTKOWSKI J., *et al.* Concurrent validation of the OMNI perceived exertion scale for resistance exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. 35: 333-341, 2003.

ROSENBERG I.H. Sarcopenia: Origins and clinical relevance. **Journal of Nutrition**. 127:990S-991S, 1997.

RUSS D.W., GREGG-CORNELL K., CONAWAY M.J., *et al.* Evolving concepts on the age-related changes in "muscle quality". **The Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle.** 3(2):95-109, 2012.

SACCHETTI M., BALDUCCI S., BAZZUCCHI I., *et al.* Neuromuscular dysfunction in diabetes: role of nerve impairment and training status. **Medicine and Science in Sports and Exercise.** 45(1): 52-59, 2013.

SAYDAH S.H., FRADKIN J., COWIE C.C. Poor control of risk factors for vascular disease among adults with previously diagnosed diabetes. **Journal of American Medical Association.** 291(3):335-342, 2004.

SCHAAN B.D., HARZHEIM E., GUS I. Cardiac risk profile in diabetes mellitus and impaired fasting glucose. **Revista de Saúde Pública.** 38(4): 529-536, 2004.

SCHEFFEL R.S., BORTOLANZA D., WEBER C.S., *et al.* Prevalência de complicações micro e macrovasculares e de seus fatores de risco em pacientes com diabetes melito do tipo 2 em atendimento ambulatorial. **Revista da Associação Médica Brasileira.** 50(3): 263-267, 2004.

SKELTON D.A., GREIG C.A., DAVIES J.M., *et al.* Strength, power and related functional ability of healthy people aged 65-89 years. **Age Ageing.** 23(5):371-377, 1994.

SÉNÉCHAL M., JOHANNSEN N.M., SWIFT D.L., *et al.* Association between changes in muscle quality with exercise training and changes in cardiorespiratory fitness measures in individuals with type 2 diabetes mellitus: Results from the HART-D study. **Plos One.** 10(8):e0135057, 2015.

SESHASAI S.R.K., KAPTOGE S., THOMPSON A., *et al.* Diabetes Mellitus, Fasting Glucose, and Risk of Cause-Specific Death. **The New England Journal of Medicine.** 364:829-841, 2011.

SIGAL R.J., KENNY G.P., BOULÉ N.G., *et al.* Effects of aerobic training, resistance training, or both on glycemic control in type 2 diabetes: a randomized trial. **Annals of Internal Medicine.** 147(6): 357-369, 2007.

SNOWLING N.J., HOPKINS W.G. Effects of different modes of exercise training on glucose control and risk factors for complications in type 2 diabetic patients: a meta-analysis. **Diabetes Care.** 29(11):2518-2527, 2006.

STANFORD K.I., GOODYEAR L.J. Exercise and type 2 diabetes: molecular mechanisms regulating glucose uptake in skeletal muscle. **Advances in Physiology Education.** 38(4):308-314, 2014.

STEWART V.H., SAUNDERS D.H., GREIG C.A. Responsiveness of muscle size and strength to physical training in very elderly people: **A systematic review. Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports.** 24: e1-e10, 2014.

TAKAI, Y.; OHTA, M.; AKAGI, R.; KANEHISA, H.; KAWAKAMI, Y.; FUKUNAGA, T. Sit-to-stand test to evaluate knee extensor muscle size and strength in the elderly: a novel approach. **Journal of Physiological Anthropology**. 2009; 28(3): 123-128.

THIEL D.M., AL SAYAH F., VALLANCE J.K., *et al.* Association between Physical Activity and Health-Related Quality of Life in Adults with Type 2 Diabetes. **Canadian Journal of Diabetes**. 41(1):58-63, 2017.

TILLIN N.A., FOLLAND J.P. Maximal and explosive strength training elicit distinct neuromuscular adaptations, specific to the training stimulus. **European Journal of Applied Physiology**. 114(2):365-374, 2014.

TRACY B.L., IVEY F.M., HURLBUT D., *et al.* Muscle quality. II. Effects of strength training in 65-to 75-yr-old men and women. **Journal of Applied Physiology**. 86(1): 195-201, 1999.

UMPIERRE D., RIBEIRO P.A., KRAMER C.K., *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. **Journal of the American Medical Association**. 305(17):1790-1799, 2011.

UMPIERRE D., RIBEIRO P.A., SCHAAN B.D., *et al.* Volume of supervised exercise training impacts glycaemic control in patients with type 2 diabetes: a systematic review with meta-regression analysis. **Diabetologia**. 56(2):242-251, 2013.

VIGITEL: VIGILÂNCIA DE FATORES DE RISCO E PROTEÇÃO PARA DOENÇAS CRÔNICAS POR INQUÉRITO TELEFÔNICO. VIGITEL Brasil 2013. Brasília, DF, 2013.

VISSER M., GOODPASTER B.H., KRITCHEVSKY S.B., *et al.* Muscle mass, muscle strength, and muscle fat infiltration as predictors of incident mobility limitations in well-functioning older persons. **Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences**. 60(3):324-333, 2005.

VOLPATO S., FERRUCCI L., BLAUM C., *et al.* Progression of lower-extremity disability in older women with diabetes: the Women's Health and Aging Study. **Diabetes Care**. 26(1):70-75, 2002.

VOLPATO S., BIANCHI L., LAURETANI F., *et al.* Role of muscle mass and muscle quality in the association between diabetes and gait speed. **Diabetes Care**. 35(8):1672-1679, 2012.

WATANABE Y., YAMADA Y., FUKUMOTO Y., *et al.* Echo intensity obtained from ultrasonography images reflecting muscle strength in elderly men. **Journal of Clinical Interventions in Aging**. 8:993-998, 2013.

WILHELM E.N., RECH A., MINOZZO F., *et al.* Concurrent strength and endurance training exercise sequence does not affect neuromuscular adaptations in older men. **Experimental Gerontology**. 60:207-214, 2014.

XIAO T., FU Y.F. Resistance training vs. aerobic training and role of other factors on the exercise effects on visceral fat. **European Review for Medical and Pharmacological Sciences**. 19(10):1779-1784, 2015.

ZHAO Q., ZMUDA J.M., KUIPERS A.L., et al. Greater skeletal muscle fat infiltration is associated with higher all-cause mortality among men of African ancestry. **Age Ageing**. 45(4):529-534, 2016.

ZOICO E., ROSSI A., DI FRANCESCO V., *et al.* Adipose tissue infiltration in skeletal muscle of healthy elderly men: relationships with body composition, insulin resistance, and inflammation at the systemic and tissue level. **Journal of Gerontology: Medical Sciences**. 65A(3): 295–299, 2010.

ZOTZ, T.G.G., LOUREIRO A.P.C., VALDERRAMAS S.R., *et al.* Stretching - An Important Strategy to Prevent Musculoskeletal **Aging. Topics in Geriatric Rehabilitation**. 30(4): 246-255, 2014.

ANEXO 1

ANAMNESE

Data: _____ Nº: _____

Data de nascimento: _____ Sexo: () Feminino () Masculino

Grupo étnico (impressão do entrevistador): () Caucasóide () Negróide ()

Outros

Tempo de diabetes: _____ Fumante: () Sim () Não Há
quanto tempo deixou de fumar: _____

Massa corporal total: _____ Estatura: _____ IMC: _____ Pressão
arterial: _____

- 1) **Pratica exercícios físicos regulares e orientados:** () Sim () Não

Se não pratica, há quanto tempo foi a última vez que praticou exercícios físicos regulares orientados?

- 2) **Pratica atividade física recreativa (ex.: caminhadas/corridas e jogos):**

() Sim () Não

Se sim, quais as atividades? _____

Quantas vezes por semana? _____

Qual a duração? _____

- 3) **Alguma vez um médico lhe disse que você possui um problema do coração e recomendou que só fizesse atividade física sob supervisão médica?**

() Sim () Não () Não sei

- 4) **Você sente dor no peito causada pela prática de atividade física?**

() Sim () Não () Não sei

- 5) **No último mês você teve dor no peito quando não estava realizando atividade física?**

() Sim () Não () Não sei

- 6) **Você tem algum problema ósseo ou muscular que poderia ser agravado com a prática de atividade física?**

() Sim () Não () Não sei

7) **Algum médico já diagnosticou que você possui pressão arterial alta e/ou recomendou o uso de medicamento para a sua pressão arterial?**

Sim Não Não sei

8) **Você tem conseguido manter os seus níveis de pressão arterial controlados?**

Sim Não Não sei

9) **Você tem consciência, através da sua própria experiência ou aconselhamento médico, de alguma outra razão física que impeça sua prática de atividade física sem supervisão médica?**

Sim Não Não sei

10) **Algum médico já lhe disse que você possui problemas no sistema nervoso em função do diabetes (neuropatia autonômica ou neuropatia periférica severa)?**

sim Não Não sei

Qual? _____

11) **Você apresenta frequentemente visão embaçada, cegueira noturna, visão dupla, perda de visão periférica, sensação de pressão nos olhos?**

Sim Não Não sei

12) **Você já foi proibido pelo médico de realizar esforço físico mais forte por poder prejudicar sua visão?**

Sim Não Não sei

13) **Algum médico já disse que você possui retinopatia diabética proliferativa ou retinopatia diabética não proliferativa severa?**

Sim Não Não sei

Qual? _____

14) **Já teve algum derrame nos olhos ou precisa fazer aplicação de laser?**

Sim Não

15) **Você apresenta úlceras de difícil cicatrização?**

Sim Não

16) **Você já precisou amputar algum dedo?**

Sim Não

17) Algum médico já lhe falou que você possui pé diabético?

() Sim () Não

18) Algum médico chegou a comentar com você se a sua função renal é alterada ou apresenta aumento de excreção de proteína na urina?

() Sim () Não

19) Você apresenta frequentemente palpitações em repouso, incapacidade ao exercício físico, arritmias cardíacas, hipotensão postural (tontura ao mudar-se de posição ou ao levantar-se)?

() Sim () Não

20) Você sente desconforto nas pernas quando caminha?

() Sim () Não

21) Se sim na pergunta anterior, essa dor continua quando você para de caminhar?

() Sim () Não

22) Essa dor aparece quando você está parado em pé ou sentado?

() Sim () Não

23) Algum médico já lhe falou que você possui depressão?

() Sim () Não () Não sei

MEDICAÇÕES EM USO:

- 1) Medicamento: _____ Dose: _____
- 2) Medicamento: _____ Dose: _____
- 3) Medicamento: _____ Dose: _____
- 4) Medicamento: _____ Dose: _____
- 5) Medicamento: _____ Dose: _____

EXAMES CLÍNICOS ANTERIORES:

- 1) HbA1c: _____ Data do exame: _____
- 2) Glicemia de jejum: _____ Data do exame: _____
- 3) Glicemia pós prandial: _____ Data do exame: _____
- 4) Creatinina: _____ Data do exame: _____
- 5) Albuminúria: _____ Data do exame: _____
- 6) Exame de fundo de olho: _____ Data do exame: _____

ANEXO 2

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado para participar do projeto de pesquisa intitulado “**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 durante o período de 12 semanas, pode causar em pessoas que possuem diabetes mellitus tipo 2. Essa pesquisa será composta por dois grupos. Um dos grupos será o grupo intervenção, que vai realizar musculação 3 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. O outro grupo será o controle da pesquisa e não irá realizar musculação. Para esse grupo, durante as 12 semanas, serão oferecidas aulas de alongamento, uma vez por semana. Esse grupo também irá realizar as coletas de dados antes e após o período de 12 semanas. Caso você aceite participar desse estudo, após a leitura e assinatura desse termo, você ficará sabendo de qual grupo vai fazer parte. Lembrando que você poderá fazer parte de qualquer um dos dois grupos que foram descritos acima.

A pesquisa será realizada na Escola de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (ESEF/UFRGS), que se localiza na Rua Felizardo Furtado, 750, no bairro Jardim Botânico de Porto Alegre. Com exceção da coleta sanguínea, que será realizada no Hospital de Clínicas de Porto Alegre (Rua Ramiro Barcelos, 2350, bairro Santa Cecília, Porto Alegre), as demais avaliações serão realizadas na ESEF/UFRGS no Laboratório de Pesquisa do Exercício (LAPEX). Tanto a musculação, como as aulas de alongamento serão realizados no Centro Natatório da ESEF/UFRGS, onde se localiza a sala de musculação da Escola e também uma sala para realização das aulas de alongamento. As sessões de musculação e a aula de alongamento devem durar em torno de 1 hora e 1 hora e 30 minutos, respectivamente, e ambos serão ministrados por um Professor de Educação Física capacitado e acompanhadas por um dos pesquisadores responsáveis por esse estudo.

Se você vier a fazer parte do grupo controle e caso os resultados da intervenção de musculação sejam positivos, após o término desse estudo será oferecida a oportunidade para você participar do mesmo treinamento de musculação como parte de um projeto de extensão, número 27722, da ESEF/UFRGS, denominado “Treinamento de força para populações especiais – 1ª edição”.

O treinamento de força compreende exercícios comumente utilizados nas salas de musculação, realizados em máquinas e também com pesos livres, como halteres e caneleiras e visam 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 saíra 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.

As aulas de alongamento serão realizadas em grupo e compreendem exercícios que visam aumento da amplitude de movimento articular e consequente incremento de flexibilidade.

Considerando a entrevista presencial (dia de hoje) e as coletas de dados, antes de iniciar o estudo, você terá que comparecer 5 vezes à EsEF/UFRGS e uma vez no Hospital de Clínicas de Porto Alegre. Após às 12 semanas você terá que comparecer duas vezes na EsEF/UFRGS e uma vez no Hospital de Clínicas para as coletas de dados após a finalização do estudo. Nessas visitas você será submetido aos seguintes procedimentos:

- 1) Preenchimento do questionário de qualidade de vida (DQOL), no qual você terá que responder perguntas relacionadas à sua qualidade de vida;
- 2) Preenchimento do questionário de nível de atividade física no qual você terá que relatar a quantidade as atividades domésticas, esportivas e de tempo livre, que você pratica durante o ano;
- 3) Avaliação da sua pressão arterial sempre antes dos testes e sessões de treino, bem como sempre que necessário;
- 4) Consulta com o médico do laboratório, para realização de avaliação cardiovascular (eletrocardiograma de esforço);
- 5) Mensuração do peso corporal e da sua estatura;
- 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 10 ml de sangue serão coletados por uma pessoa capacitada, utilizando material descartável e esterelizado (esta será a única avaliação realizada no Hospital de Clínicas);
- 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) Teste de força isométrica, o qual será realizado em um dinamômetro isocinético para extensão de joelhos. Você ficará sentado na cadeira, com o tornozelo fixado em uma haste do equipamento e você deverá realizar a sua máxima força contra o equipamento que ficará parado;
- 11) Testes funcionais, como sentar e levantar de uma cadeira 10 vezes o mais rápido possível, subir um lance de escada (10 degraus) o mais rápido possível, podendo utilizar

o corrimão se necessário, e o teste de levantar da cadeira andar 3 metros contornar um cone e retornar para a cadeira o mais rápido possível.

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 ou de alongamento. 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 os alunos de doutorado Cíntia Ehlers Botton e Anderson Rech, 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 custo com deslocamento até a EsEF/UFRGS será de sua própria conta, lembrando que o transporte público de Porto Alegre oferece isenção da tarifa de ônibus para passageiros acima de 60 anos de idade.

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 ou (51) 92714019, 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. Qualquer evento adverso grave será informado ao CEP em menor de 48 horas seguintes a ocorrência. 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 força sobre parâmetros bioquímicos, neuromusculares, funcionais 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: _____

ANEXO 3

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

Nº: _____

Data: _____

| Satisfação | 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 leva 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 sexual? | 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 |

| Impacto | Nunca | Quase Nunca | Às Vezes | Quase Sempre | 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 fisicamente 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 amizades? | 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 restringido(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, escola ou responsabilidades domésticas por causa de seu diabetes? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Com que frequência você percebe explicando a si mesmo 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 constrangido de contar aos outros sobre seu diabetes? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 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 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 |
| Preocupações sociais/vocacionais | Nunca | Quase Nunca | Às Vezes | Quase Sempre | Sempre |
| Com que frequência te preocupa se você vai se casar? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Com que frequência te preocupa se você vai ter filhos? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Com que frequência te preocupa se você não vai conseguir o emprego que deseja? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Com que frequência te preocupa se lhe será recusado um seguro? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Com que frequência te preocupa se você 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 será capaz de tirar férias ou viajar? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Preocupações relacionadas a diabetes | Nunca | Quase Nunca | Às Vezes | Quase Sempre | Sempre |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Com que frequência te preocupa se você virá a 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 não sairá com você por causa de seu diabetes? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

ANEXO 4

QUESTIONÁRIO BAECKE MODIFICADO PARA IDOSO (QBMI)

(VOORRIPS et al., 1991 – traduzido por SIMÕES, 2009)

Domínio 1 – ATIVIDADE DE VIDA DIÁRIA

1. Você realiza algum trabalho doméstico em sua casa? (lavar louças, tirar o pó, consertar roupas, etc.).

- 0- Nunca (menos de uma vez por mês)
- 1- Às vezes (somente quando o parceiro ou ajuda não está disponível)
- 2- Quase sempre (às vez com ajuda)
- 3- Sempre (Sozinho ou com ajuda)

2. Você realiza algum trabalho doméstico pesado? (lavar pisos e janelas, carregar lixo, varrer a casa e etc.).

- 0- Nunca (menos que uma vez por mês)
- 1- Às vezes (somente quando um ajudante não está disponível)
- 2- Quase sempre (às vezes com ajuda)
- 3- Sempre (sozinho ou com ajuda)

3. Para quantas pessoas você faz tarefas domésticas na sua casa? (incluindo você mesmo, preencher 0 se você respondeu nunca nas questões 1 e 2).

4. Quantos cômodos você tem que limpar, incluindo cozinha, quarto, garagem, porão, banheiro, sótão, etc? (preencher 0 se respondeu nunca nas questões 1 e 2).

- 0- Nunca faz trabalhos domésticos
- 1- Um a seis cômodos
- 2- Sete a nove cômodos
- 3- Dez ou mais cômodos

5. Se limpa algum cômodo, em quantos andares? (Preencher 0 se respondeu nunca na questão 4).

6. Você prepara refeições quentes para si mesmo, ou você ajuda a preparar?

- 0- Nunca
- 1- Às vezes (uma ou duas vezes por semana)
- 2- Quase sempre (três a cinco vezes por semana)
- 3- Sempre (mais de cinco vezes por semana)

7. Quantos lances de escada você sobe por dia? (um lance de escada tem dez degraus)

- 0- Eu nunca subo lances
- 1- Um a cinco lances
- 2- Seis a dez lances
- 3- Mais de dez lances

8. Se você vai a algum lugar em sua cidade, que tipo de transporte você utiliza?

- 0- Eu nunca saio
- 1- Carro
- 2- Transporte público
- 3- Bicicleta
- 4- Caminhando

9. Com que frequência você faz compras?

- 0- Nunca ou menos de uma vez por semana
- 1- Uma vez por semana
- 2- Duas a quatro vezes por semana
- 3- Todos os dias

10. Se você faz compras, que tipo de transporte você utiliza?

- 0- Eu nunca faço compras
- 1- Carro
- 2- Transporte público
- 3- Bicicleta
- 4- Caminhando

Domínio 2 - Atividades Esportivas

Você pratica algum esporte?

Exemplos: Caminhar, correr, nadar, esportes coletivos, lutas, xadrez.

Esporte 1

Nome/ tipo _____

Intensidade (código) (1a) _____

Horas por semana (código) (1b) _____

Quantos meses por ano (código) (1c) _____

Esporte 2

Nome/ tipo _____

Intensidade (código) (2a) _____

Horas por semana (código) (2b) _____

Domínio 3 - ATIVIDADES DE TEMPO LIVRE

Você faz alguma atividade de tempo livre?

Atividade de tempo livre 1

Nome/ tipo _____

Intensidade (código) (1a) _____

Horas por semana (código) (1b) _____

Quantos meses por ano (código) (1c) _____

Atividade 2

Nome/ tipo _____

Intensidade (código) (2a) _____

Horas por semana (código) (2b) _____

Quantos meses por ano (código) (2c) _____

Atividade 3

Nome/ tipo _____

Intensidade (código) (3a) _____

Horas por semana (código) (3b) _____

Quantos meses por ano (código) (3c) _____

ANEXO 5

Tabela de pontuação do questionário Baecke - modificado para idosos

Somatório (intensidade*nº de horas/semana*período do ano)

| Cotação de intensidade | Código |
|---|---------------|
| Deitado, sem carga | 0,028 |
| Sentado, sem carga | 0,146 |
| Sentado, com movimentos dos membros superiores | 0,297 |
| Sentado, com movimentos do corpo | 0,703 |
| De pé, sem carga | 0,174 |
| De pé, com movimento dos membros superiores | 0,307 |
| De pé, com movimentos do corpo, andar | 0,890 |
| Andar, com movimento dos membros superiores | 1,368 |
| Andar, com movimentos do corpo, andar de bicicleta, nadar | 1,890 |
| Cotação das horas por semana | |
| Menos de uma hora por semana | 0,5 |
| 1 a 2 horas por semana | 1,5 |
| 2 a 3 horas por semana | 2,5 |
| 3 a 4 horas por semana | 3,5 |
| 4 a 5 horas por semana | 4,5 |
| 5 a 6 horas por semana | 5,5 |
| 6 a 7 horas por semana | 6,5 |
| 7 a 8 horas por semana | 7,5 |
| Mais de 8 horas por semana | 8,5 |
| Cotação período do ano | |
| Menos de 1 mês por ano | 0,04 |
| Entre 1 e 3 meses por ano | 0,17 |
| Entre 4 e 6 meses por ano | 0,42 |
| Entre 7 e 9 meses por ano | 0,67 |
| Mais de 9 meses por ano | 0,92 |

ANEXO 6**Questionário de Avaliação Semanal**

| Sessão (dia) | Modificou a medicação para DM2? | Praticou atividades físicas fora da rotina? | Sentiu algum desconforto no treino ou em casa? |
|-------------------------|--|--|---|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| 5 | | | |
| 6 | | | |
| 7 | | | |
| 8 | | | |
| 9 | | | |
| 10 | | | |
| 11 | | | |
| 12 | | | |