



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**INSTITUTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTES**  
**EDUCAÇÃO FÍSICA – BACHARELADO**

**LUCAS NOGUEIRA PAULO**

**O EFEITO DO TREINAMENTO RESISTIDO SOBRE O CONTROLE GLICÊMICO  
E ESTADO NUTRICIONAL DE PORTADORES DE DIABETES MELLITUS TIPO 2**

**FORTALEZA**

**2016**

**LUCAS PAULO NOGUEIRA PAULO**

**O EFEITO DO TREINAMENTO RESISTIDO SOBRE O CONTROLE GLICÊMICO  
E ESTADO NUTRICIONAL DE PORTADORES DE DIABETES MELLITUS TIPO 2**

Monografia apresentada ao curso de Educação Física – Bacharelado do Instituto de Educação Física e Esportes – IEFES da Universidade Federal do Ceará – UFC, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Educação Física.

Orientadora: Profa. Dra. Luciana Catunda Brito

**FORTALEZA**

**2016**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

- 
- P354e Paulo, Lucas Nogueira.  
O efeito do treinamento resistido sobre o controle glicêmico e estado nutricional de portadores de diabetes mellitus tipo 2. / Lucas Nogueira Paulo. – 2016.  
41 f. ; il.
- Monografia (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Instituto de Educação Física e Esportes, Curso de Educação Física, Fortaleza, 2016.  
Orientação: Profa. Dra. Luciana Catunda Brito
1. Educação Física. 2. Exercícios físicos. 3. Diabetes – aspectos nutricionais. 4. Atletas diabéticos. 5. Diabetes – exercícios terapêuticos. 6. . I. Título.

**LUCAS PAULO NOGUEIRA PAULO**

**O EFEITO DO TREINAMENTO RESISTIDO SOBRE O CONTROLE GLICÊMICO  
E ESTADO NUTRICIONAL DE PORTADORES DE DIABETES MELLITUS TIPO 2**

Monografia apresentada ao curso de Educação Física – Bacharelado do Instituto de Educação Física e Esportes – IEFES da Universidade Federal do Ceará – UFC, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Educação Física.

Orientadora: Profa. Dra. Luciana Catunda Brito

APROVADA EM \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Profa. Dra. Luciana Catunda Brito (Orientadora)  
Universidade Federal do Ceará - UFC

---

Prof. Dr. Cláudio de Oliveira Assumpção  
Universidade Federal do Ceará – UFC

---

Prof. Ms. Edson Silva Soares  
Universidade Federal do Ceará – UFC

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a minha família, a minha mãe Lindete, ao meu pai Alberto, ao meu irmão Renan, a minha avó Nete e ao meu avô Lucas o qual carrego o nome com muito orgulho, sem eles nada disso seria possível.

Agradeço com amor, a minha namorada Roberta Brenda por todo o incentivo, paciência, compreensão e amor dado durante esse período, sua presença foi essencial nos momentos mais difíceis.

Agradeço a minha orientadora Luciana Catunda, pela paciência, disponibilidade e seriedade com que conseguimos conduzir a pesquisa. Muito obrigado!

Agradeço imensamente pelas amizades que conquistei dentro da universidade, agradeço aos Malas United por todas as histórias e momentos compartilhados. Avanti Malas!

Meus sinceros agradecimentos ao Francisco José, carinhosamente chamado de “Franzé” por toda a ajuda, por toda a paciência e tempo disponibilizado para me auxiliar durante esse processo. Valeu Franza!

Por fim, agradeço aos professores Edson Silva Soares e Cláudio de Oliveira Assumpção por terem aceitado participar da minha banca referente a esta pesquisa.

.

## RESUMO

O Diabetes Mellitus tem etiologia múltipla, e é decorrente da falta de insulina e/ou da incapacidade de a insulina exercer adequadamente seus efeitos e tem apresentado grande relevância em decorrência da crescente prevalência, estando entre as dez principais causas básicas de mortalidade no país. Há evidências consistentes dos efeitos benéficos do exercício aeróbico no DM2 tais como: melhora do controle glicêmico, redução da hemoglobina glicada, diminuição do risco cardiovascular; contribuição para o programa de redução do peso, contudo, ainda são recentes as pesquisas sobre os efeitos do treinamento resistido em portadores desta doença. Dada a grande importância do exercício físico para os portadores de diabetes mellitus, este trabalho teve como objetivo verificar o efeito agudo e crônico de um programa de treinamento resistido sobre o controle glicêmico de diabéticos tipo 2. O grupo foi composto por 5 voluntários sedentários, com média de idade de  $59,6 \pm 5.85$  anos, não fumantes, não etilistas e que não apresentavam lesões em órgãos alvos ou complicações decorrentes do diabetes. O programa de treinamento resistido teve uma duração de 10 semanas e foi realizado com uma frequência semanal de três vezes em dias não consecutivos, com sessões com duração média de 60 minutos. Foram coletados dados referentes às variáveis antropométricas (peso, altura, índice de massa corporal, dobras cutâneas e percentual de gordura corporal) e bioquímica (hemoglobina glicada) antes, e após 10 semanas de intervenção. A glicemia capilar foi verificada antes e após uma das sessões semanais de treinamento resistido com intensidade moderada com o objetivo de avaliar o efeito agudo do treinamento sobre o controle glicêmico. Não foi encontrada diferença significativa no IMC, entretanto o percentual de gordura reduziu significativamente após 10 semanas. Quanto à glicemia capilar, observou-se redução estatisticamente significativa após uma sessão. Também houve redução significativa nos níveis de concentração de hemoglobina glicada, resultado do efeito crônico do treinamento resistido. A partir dos resultados obtidos, pode-se concluir que o treinamento resistido é uma ferramenta eficiente para efeito o controle glicêmico de diabéticos tipo 2.

**Palavras chaves:** Diabetes mellitus. Treinamento resistido. Controle glicêmico.

## ABSTRACT

Diabetes Mellitus has multiple etiology, and is caused by lack of insulin and/or inability to properly exercise their insulin effects and has great relevance due to the growing prevalence, being among the top ten root causes of mortality in the country. There is consistent evidence of beneficial effects of aerobic exercise on DM2: improves glycemic control, reduction in glycated hemoglobin, decreased cardiovascular risk; contribution to the program of weight reduction, however, are still recent research on the effects of resistance training in patients with this disease. Given the great importance of physical exercise to patients with diabetes mellitus This work had as objective verify the acute and chronic effect of a program of resistance training on glycemic control in diabetic type 2. The Group was composed of 5 sedentary volunteers, with an average age of  $59.6 \pm 5.85$  years, no smoking, no drinking and to not show lesions in organs or complications arising from diabetes targets. The program of resistance training had a duration of 10 weeks and was carried out with a weekly frequency of three times on non-consecutive days, with sessions with an average duration of 60 minutes. Data was collected for Anthropometrical variables (weight, height, body mass index, skin folds and body fat percentage) and Biochemistry (glycated haemoglobin) before and after 10 weeks of intervention. Capillary glycaemia was checked before and after one of the weekly sessions of resistance training with moderate intensity with the aim to evaluate the acute effect of training on glycemic control. No significant difference was found in the IMC, however the percentage of fat reduced significantly after 10 weeks. As for capillary blood glucose, statistically significant reduction was observed after a session. There was also a significant reduction in the levels of glycated hemoglobin concentration, a result of the chronic effect of resistance training. From the results obtained, it can be concluded that the resistance training is an efficient tool for glycemic control effect of diabetic type 2.

**Key words:** Diabetes mellitus. Resistance training. Glycemic control.

## LISTA DE QUADROS

---

Quadro 1 –	Classificação e valores para diagnóstico da Diabetes <i>Mellitus</i> de acordo Com ADA.....	13
Quadro 2 –	Orientações sobre a prescrição de exercícios segundo o ACSM-ADA (2010).....	19
Quadro 3 –	Proposta de treinamento executada na intervenção .....	23

---



## LISTA DE TABELAS

---

Tabela 1 – Caracterização da amostra de acordo com idade, peso, altura, percentual de gordura, sexo e IMC classificado.....	25
Tabela 2 – Estado nutricional classificado pelo IMC e %GC Pré e Pós Intervenção.....	25
Tabela 3 – Comparação entre indicadores de composição corporal pré e pós-intervenção de exercício resistido.....	26
Tabela 4 – O efeito agudo de uma sessão de treinamento resistido sobre a glicemia capilar nos períodos pré-sessão e pós – sessão e o efeito crônico nos níveis de hemoglobina glicada após 10 semanas de treinamento resistido.....	26

---

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>12</b>
<b>2.1 Objetivos específicos.....</b>	<b>12</b>
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>13</b>
<b>3.1 Diabetes Mellitus.....</b>	<b>13</b>
<b>3.2 Mecanismos de captação da glicose durante o exercício.....</b>	<b>15</b>
<b>3.3 Exercício físico e diabetes mellitus tipo 2.....</b>	<b>17</b>
<b>3.4 Considerações antes de iniciar o exercício.....</b>	<b>18</b>
<b>3.5 Prescrição do treinamento resistido.....</b>	<b>19</b>
<b>4 METODOLOGIA.....</b>	<b>21</b>
<b>4.1 Tipo de estudo.....</b>	<b>21</b>
<b>4.2 Amostra.....</b>	<b>21</b>
<b>4.3 Procedimentos.....</b>	<b>21</b>
<b>4.4 Programa de treinamento.....</b>	<b>23</b>
<b>4.5 Análise estatística.....</b>	<b>25</b>
<b>5. RESULTADOS.....</b>	<b>26</b>
<b>6. DISCUSSÃO.....</b>	<b>28</b>
<b>7. CONCLUSÃO.....</b>	<b>32</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>33</b>
<b>ANEXO A – ANAMNESE.....</b>	<b>38</b>
<b>ANEXO B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....</b>	<b>41</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O Diabetes Mellitus (DM) tem etiologia múltipla, e é decorrente da falta de insulina e/ou da incapacidade da insulina exercer adequadamente seus efeitos. Caracteriza-se por hiperglicemia crônica com distúrbios do metabolismo dos carboidratos, lipídeos e proteínas. As consequências do DM, de maneira crônica, incluem disfunção e falência de vários órgãos, especialmente rins, olhos, nervos, coração e vasos sanguíneos (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2002).

O DM tem apresentado grande relevância em decorrência da crescente prevalência. Segundo Silveira Neto (2000) o DM está entre as dez principais causas básicas de mortalidade no país. De acordo com dados do Ministério da Saúde (2002) calcula-se que, em 2025, possam existir cerca de 11 milhões de diabéticos no país. No entanto, de acordo com a Sociedade Brasileira de Diabetes (2015), no ano de 2014, esse número ultrapassou 11,6 milhões. O número de indivíduos diabéticos está aumentando em virtude do crescimento e do envelhecimento populacional, da maior urbanização, da crescente prevalência de obesidade e sedentarismo.

De acordo com as diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes (2015), existem diferentes tipos de DM, e o de maior prevalência, alcançando entre 90 e 95% do total de casos, é o Diabetes Mellitus 2. Este atinge principalmente indivíduos de meia idade, a causa está relacionada a uma forte predisposição genética, além de fatores ambientais como sedentarismo e excesso de ingestão de alimentos hipercalóricos. Existem evidências de que alterações no estilo de vida, com ênfase na alimentação e na redução da atividade física, associam-se ao aumento de casos de DM2. Os programas de prevenção primária do DM2 baseiam-se em intervenções na dieta e na prática de atividades físicas, visando combater o excesso de peso em indivíduos com maior risco de desenvolver diabetes.

Dados brasileiros de 2010 mostram que as taxas de mortalidade por DM (por 100 mil habitantes) apresentam acentuado aumento com o progredir da idade. Na maioria dos países desenvolvidos, quando se analisa apenas a causa básica do óbito, verifica-se que o DM, entre as principais, figura entre a quarta e a oitava posição. Estudos brasileiros sobre mortalidade por DM, analisando as causas múltiplas de morte, ou seja, quando se menciona DM na declaração de óbito, mostram que a taxa de mortalidade aumenta até 6,4 vezes (DIRETRIZES DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2015)

Nas últimas décadas, as inovações no tratamento do diabetes mellitus vêm permitindo um aumento da expectativa de vida do paciente resultando em maior prevalência de

complicações crônicas, destacando-se a doença cardiovascular. A incidência de doença arterial coronariana e cerebrovascular é de duas a quatro vezes maior nos pacientes com diabetes tipo 2 do que na população geral, sendo que os que desenvolvem doença cardiovascular apresentam um pior prognóstico e uma menor sobrevivência em relação aos indivíduos não diabéticos (HAFFNER et al., 1998).

Uma vez que o diabetes tipo 2 está associado com hiperglicemia e resistência à ação da insulina, e o músculo esquelético é o principal tecido de captação de glicose, a investigação tem-se centrado em exercício clínico e métodos terapêuticos de reduzir os níveis elevados de glicose e de melhorar a ação da insulina. Os benefícios sobre a ação da insulina podem ser decorrentes de qualquer um dos efeitos crônicos do treinamento, ou simplesmente o efeito residual da última sessão de exercícios. (CONSITT *et al.*, 2008).

Há evidências consistentes dos efeitos benéficos do exercício aeróbio no DM2 tais como: melhora do controle glicêmico, redução da hemoglobina glicada, diminuição do risco cardiovascular; contribuição para o programa de redução do peso e melhora da autoestima (DIRETRIZES DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2015). Contudo, ainda são recentes as pesquisas sobre os efeitos do treinamento resistido em portadores desta doença. Dada a grande importância do exercício físico para os portadores de diabetes mellitus, o presente estudo tem como objetivo investigar os efeitos do treinamento resistido sobre o estado nutricional e controle glicêmico de portadores de diabetes mellitus tipo 2.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Verificar os efeitos agudo e crônico do treinamento resistido sobre o estado nutricional e homeostase glicêmica de indivíduos com diabetes mellitus tipo 2.

### **2.2 Objetivos específicos**

Avaliar o efeito do treinamento resistido sobre a composição corporal de indivíduos com diabetes mellitus tipo 2.

Avaliar o efeito agudo de uma sessão de treinamento resistido sobre o controle glicêmico de indivíduos com diabetes mellitus tipo 2.

Avaliar o efeito crônico do treinamento resistido sobre os níveis de hemoglobina glicada em indivíduos com diabetes mellitus tipo 2.

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 Diabetes Mellitus

A diabetes *Mellitus* (DM) é uma doença crônica que ocorre quando o pâncreas não produz insulina suficiente ou quando a insulina que é produzida não consegue ter ação eficaz nas células, resultando em diversas complicações associadas que se configuram como ameaça para a saúde humana (WHO, 2014. ZHANG. et al, 2014). Essa alteração resulta em uma perda na homeostase glicêmica e aumento da glicemia, de forma persistente ou recorrente e pode estar relacionada à Síndrome Metabólica (SM) (DEL DUCA; EDINÉIA, 2011).

Atualmente existem 347 milhões de pessoas no mundo com diabetes, existindo uma predição que se torne a 7<sup>o</sup> causa de morte até 2030. Essas predições são embasadas a partir dos elevados índices de Sobrepeso, Obesidade e Inatividade Física, que gera demanda de programas de incentivo com estímulo ao consumo de alimentação saudável, manutenção do peso corporal normal, prática de atividade física regular, além da necessidade de cessar o consumo de álcool e tabaco (WHO, 2014).

De acordo com a American Diabetes Association (ADA), o diagnóstico é clínico e existem três formas, por meio de diferentes técnicas, para realização do mesmo: Teste de hemoglobina glicada (HbA1C), Glicemia de jejum (GJ) e Teste de tolerância à Glicose Oral (TTGO). Também é ressaltada a necessidade de se realizar uma repetição do exame caso o resultado esteja acima do normal, tornando possível identificar um estágio intitulado de pré-diabetes (ADA, 2013).

O teste de HbA1C, popularmente conhecido como hemoglobina glicada, trata-se da média de 2-3 meses de glicose no sangue por meio da hemoglobina glicada. Por ser um teste que não requer jejum e por não considerar apenas o momento atual da coleta, é bem aceito e pode ser considerado uma opção para o diagnóstico da diabetes de mellitus (ADA, 2011). O teste GJ é o mais popular, mais usado no Brasil. Trata-se do teste que é realizado para mensuração da glicemia numa condição de jejum de aproximadamente 8 horas e que é comumente realizado no desjejum. O TTGO tem como protocolo a ingestão de glicose em níveis específicos de forma farmacológica no dia do exame, sendo realizada uma mensuração de glicemia antes e depois da intervenção (ingestão de glicose). A avaliação será realizada a partir da resposta do corpo ao procedimento anteriormente citado (ADA, 2014).

Quadro 1: classificação e valores para diagnóstico da Diabetes *Mellitus* de acordo com a ADA.

	HbA1C	GJ	TTGO
Normal	< 5,7%	< 100mg/dl	< 140 mg/dl
Pré-diabético	> 5,7% e ≤ 6,5%	≥ 100 mg/dl à ≤ 126 mg/dl	≥ 140 mg/dl à ≤ 200 mg/dl
Diabete <i>mellitus</i>	> 6,5%	> 126 mg/dl	> 200 mg/dl

HbA1C: média glicemia 2-3 meses. GJ: glicemia de jejum. TTGO: Teste de tolerância à Glicose Oral

O diabetes mellitus é classificado em alguns tipos, dentre os quais os mais comuns são: DM tipo 1, tipo 2 e a gestacional. O DM1 é uma doença autoimune e é caracterizada por uma dependência do uso de insulina-exógena, pois o corpo entende que as células  $\beta$  do pâncreas, – células que produzem a insulina, são corpos estranhos e as destroem. E como consequência, o indivíduo produz pouca ou nenhuma insulina, sendo necessária a suplementação por meio de aplicações diárias desse hormônio. Vale ressaltar que é a insulina o hormônio responsável pela inserção da glicose nas células adiposas e musculares para que inicie o processo oxidativo. Já o DM2, caracteriza-se pela redução na ação da insulina com consequente hiperinsulinemia compensatória até a exaustão, que resulta na redução da função endócrina do pâncreas. As alterações nas funções pancreáticas podem resultar em uma redução da produção e secreção da insulina. Essas alterações na secreção e/ou ação da insulina podem ter como causa o consumo alimentar inadequado associado à inatividade física, obesidade – principalmente, a central, baixo consumo de fibras e o tabagismo (DEL DUCA; EDINÉIA, 2011).

De acordo com Morales (2003), *apud* Del Duca e Edinéia (2011) a resistência à ação da insulina presente em pacientes com DM2, ocorre como um ajuste metabólico em indivíduos obesos para que ocorra a perda de peso, produzindo uma situação de incapacidade do organismo em captar e oxidar a glicose de forma adequada. A redução da sensibilidade insulínica também se relaciona com a modificação na expressão e tradução do RNA mensageiro do GLUT4, além da translocação do mesmo para a membrana plasmática, pois tais fatores ocorrem a partir do estímulo insulínico (MACHADO, SCHAAN; SERAPHIN, 2006). Ou seja, a resistência à insulina trata-se de uma ação de defesa do próprio organismo, ou em casos extremos de possível mutação gênica de causas ainda não tão bem apresentadas.

Existem complicações crônicas em pacientes com Diabetes que resultam em disfunção, dano ou falência de órgãos como nefropatia (DN), retinopatia (RD) e neuropatia (ND), que eleva o custo econômico, social e psicológico do paciente (BASI, *et al.*, 2009).

Nestes casos, o quadro clínico se relaciona com alterações microvasculares e macrovasculares, que resultam em diminuição do aporte sanguíneo aos tecidos, causando diminuição na difusão do oxigênio (DEL DUCA; EDINÉIA, 2011). Sendo essas complicações que devem ser avaliadas frequentemente (ACSM, 2003).

A nefropatia diabética (DN) é “caracterizada por um conjunto de alterações fisiopatológicas decorrentes do DM, que começam com a hiperfiltração glomerular e a hipertrofia renal e, em seguida, progride para proteinúria e redução da taxa de filtração glomerular” (CARPENA *et al.*, 2010). Cerca de 20% a 30% dos pacientes com DM tipo 1 ou 2 desenvolvem DN, sendo mais comum na tipo dois por sua prevalência ser maior. Já a RD, trata-se de uma mutação na vascularização da retina ocasionadas por anormalidades microvasculares (microaneurisma e hemorragias intrarretinianas), havendo progressão com alteração da permeabilidade vascular, má perfusão tecidual, edema e isquemia retiniana (VALIATTI, *et al.*, 2011. SUGANTHALAKSHMI, *et al.*, 2006), Esta patologia, se configura como a principal causa de cegueira em pacientes com diabetes. Se tratando da neuropatia diabética (ND), essa constitui a complicação crônica mais comum e a principal causa de amputação não traumática de membros inferiores em DM (HOPPER; BROWN, 2005 *apud* ROLIM, *et al.*, 2009).

Existe ainda aumentado risco de doenças cardiovasculares, decorrente da disfunção endotelial que está associada ao diabetes *Mellitus* (SCHAAN; SILVA; IRIGOYEN, 2010). O endotélio dos vasos tem como função a manutenção do tônus vascular, sendo responsável pela vasodilatação e vasoconstrição, e uma possível disfunção podem contribuir para o desenvolvimento da aterosclerose. A associação entre o DM e disfunção endotelial está na alteração de vias de sinalização que resulta em inativação da eNOS, disfunção mitocondrial e aumento do estresse oxidativo na vasculatura (TABIT, *et al.*, 2010).

### **3.2 Mecanismos de captação da glicose durante o exercício físico.**

A insulina é um hormônio anabólico, essencial para a manutenção da homeostase de glicose e do crescimento e diferenciação celular. Produzida no pâncreas, após aumento da disponibilidade de glicose e aminoácidos na circulação. Tem funções de diminuir a produção hepática de glicose; aumentar a captação periférica de glicose; estimula a lipogênese no fígado e adipócitos; diminui lipólise; e aumenta a síntese e inibe degradação de proteína. (CARVALHEIRA; ZECCHIN; SAAD, 2002).

A sinalização intracelular da insulina começa com a sua ligação a um receptor



específico na membrana plasmática que determina autofosforilação dos resíduos de tirosina do receptor, fosforilação dos substratos do receptor de insulina IRS- 1 e IRS-2 e ativação do fosfatidilinositol 3-quinase.(PI3k) (IRIGOYEN *et al.*, 2003). A PI3k é importante na regulação da mitose, na diferenciação celular e no transporte de glicose estimulada pela insulina. Sua ativação promove a fosforilação da proteína quinase B (Akt), o que permite o transporte de glicose no músculo e no tecido adiposo, por meio da translocação da proteína GLUT-4 para a membrana celular (CZECH; CORVERA *apud* PAULI *et al.*, 2009).

Para que o corpo possa gerar movimento, utilizar a massa muscular corporal de forma voluntária é necessária a disponibilidade de energia, e a mesma é fornecida através da glicose. (FROSING; RICHTER, 2009). Porém, como já mostrado anteriormente, para que a glicose adentre as células musculares, as mesmas precisam da ação da insulina. Quando esse mecanismo está prejudicado como no caso dos portadores de DM2, com o aumento da demanda energética induzida exercício físico, outras vias se restabelecem para suprir esta necessidade energética. Para que esse mecanismo durante o exercício físico se inicie, é necessário que o exercício deplete todo o estoque de glicogênio da fibra muscular, causando a ativação da proteína quinase ativada por AMP (AMPK), enzima chave de resposta à contração muscular (THONG *et al.*, 2003; FROSING *et al.*, 2007).

A ativação da AMPK é resultado do decréscimo do estoque energético celular. Ocorre uma mudança conformacional na molécula, na medida em que a relação AMP:ATP aumenta, deixando-a suscetível à fosforilação e ativação pela AMPK quinase (AMPKK) (HARDIE; CARLING, 1997 *apud* PAULI *et al.*, 2009). Com a fosforilação da AMPK são ativadas vias que geram o aumento de ATP, esse aumento da atividade da AMPK em resposta a uma necessidade em gerar ATP durante o exercício físico promove a translocação das vesículas contendo GLUT-4, facilitando o transporte de glicose para o músculo de maneira semelhante à ação da insulina, embora ocorram por vias de sinalização diferentes e independentes. (PAULI *et al.*, 2009)

No entanto, Wicklmayr *et al.*, (1988) *apud* Pauli *et al.*, (2009); Roberts *et al.*, (1999) *apud* Pauli *et al.*, (2009), ressaltam que o mecanismo de transporte de glicose por meio da via de sinalização da AMPK não é o único responsável por esse processo metabólico. Existem outras moléculas envolvidas nesse mecanismo de sinalização durante o exercício. O aumento na concentração do íon cálcio no interior da célula, a atividade da óxido nítrico sintase (NOS) e a síntese de óxido nítrico (NO), o aumento na concentração de bradicinina ou até mesmo a hipóxia podem estimular a captação de glicose através do aumento da translocação do GLUT-4 para a membrana durante a contração muscular.

### 3.3 Exercício físico e Diabetes Mellitus tipo 2.

O American College Sports Medicine (2003) e o Consenso Brasileiro sobre diabetes (2003) afirmam que exercício é aceito no tratamento do diabetes como uma terapia coadjuvante, ressaltando que os alicerces para o tratamento do DM passam pelas seguintes estratégias: reeducação alimentar, modificações dos hábitos de vida e regularidade nas atividades físicas. Podendo assim dizer que os pontos mais importantes do tratamento estão baseados nos três pilares: Exercício físico, dieta e uso de medicamentos. Recentes estudos demonstram que o DM2 e a intolerância à glicose têm se tornado um dos distúrbios mais comuns em clínicas médicas e o tratamento atual do DM2 visa manter o controle glicêmico adequado, seja com dieta hipocalórica, aumento da prática de exercícios físicos ou uso de medicações. (CARDOSO *et al.*, 2007).

De acordo com as Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes (2014), os recentes estudos evidenciam efeitos consistentes e benéficos do exercício na prevenção e no tratamento do diabetes mellitus, principalmente nos grupos de maior risco, como os obesos e os familiares de diabéticos. O exercício físico é uma estratégia de suma importância no tratamento do DM2 e contribui para melhorar a qualidade de vida do paciente. Principalmente quando atua de forma preventiva, por meio de um programa de promoção de atividade física, dieta equilibrada, assistência médica e educação do indivíduo com diabetes, reduzindo significativamente a incidência do DM2 e das complicações associadas (MERCURI; ARRECHEA, 2002). Programas de exercícios físicos têm demonstrado serem eficientes no controle glicêmico de diabéticos, melhorando a sensibilidade à insulina e tolerância à glicose e diminuindo a glicemia desses indivíduos (CIOLAC; GUIMARÃES, 2004).

Dentre os benefícios do exercício, o aumento do consumo de glicose como combustível por parte do músculo esquelético em atividade, contribui para o controle da glicemia. Após a atividade física, o músculo continua a captar glicose com eficiência, com o objetivo de recompor o glicogênio muscular e hepático e devolver o equilíbrio do organismo. (ACSM, 2003).

Dessa forma, a prescrição de exercícios físicos é eficiente para o controle do diabetes, por meios de ações como: ativação de vias independentes da ação da insulina que promovem a translocação do GLUT4 para a membrana durante a contração muscular. Também favorece o aumento do consumo da glicose pelas células musculares, a diminuição da concentração basal e pós-prandial da insulina, promoção de maior capilarização das fibras musculares e

melhor função mitocondrial, melhorando assim a sensibilidade dos tecidos à insulina, e dessa forma diminuindo os níveis da hemoglobina glicosilada. O exercício ainda contribui para a diminuição da pressão arterial, para aumentar o gasto energético, melhorar o perfil lipídico, favorecer a redução do peso corporal, diminuir a massa total de gordura, preservar e aumentar a massa muscular, melhorar o funcionamento do sistema cardiovascular e, conseqüentemente, melhora a qualidade de vida do portador de DM2. (MERCURI; ARRECHEA, 2002)

### **3.4 Considerações antes de iniciar o exercício físico**

De acordo com as Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes (2015), os princípios gerais da prescrição de exercício devem ser seguidos respeitando-se as particularidades da doença de base. Qualquer atividade física, recreativa, laborativa ou esportiva pode se feita pelos diabéticos, mas sem desconsiderar as possíveis complicações e as limitações impostas pelo comprometimento sistêmico acarretado pela doença.

Segundo as recomendações do ACSM-ADA (2010), é necessária uma avaliação inicial bastante criteriosa com métodos diagnósticos adequados. Esta avaliação deve investigar cuidadosamente a presença de complicações micro e macrovasculares que podem ser agravadas pelo programa de exercícios, assim como a presença de doença arterial periférica, retinopatia, doença renal e neuropatia autonômica. Os pacientes devem ser submetidos a um teste ergométrico antes de iniciar os exercícios, de preferência em horário próximo ao que o mesmo realizará a atividade, com uso da medicação (caso faça uso). Mesmo com a indicação, se o teste de esforço não for possível, deve-se calcular a frequência máxima por meio da fórmula  $FC_{m\acute{a}x.} = 210 - (0,65 \times \text{idade})$ , específica para indivíduos com DM (ACSM, 2011). A identificação dessas condições permitirá a elaboração de uma prescrição individualizada de exercícios que pode minimizar o risco para o paciente.

Mercuri e Arrechea (2002) ressaltam a importância de selecionar, junto com o paciente, atividades de sua preferência e recomendar, especialmente ao sedentário ou obeso, realizar atividades em grupo ou na companhia de outras pessoas, pois assim diminui o risco de desistência. Ensinar o paciente (caso não saiba) a realizar automonitorização glicêmica e recomendar fazê-la antes do início da sessão de atividade física. Em casos de: glicemia > 300mg/dl ou presença de corpos cetônicos na urina, é necessário adiar a prática da atividade física. Se a glicemia está dentro dos limites normais, ou se reduzida configurando uma hipoglicemia, ingerir carboidratos extras antes do exercício (de acordo com a sua intensidade e duração).

De acordo com Lazzoli (2000), existem várias considerações importantes e específicas para o indivíduo com diabetes. Algumas medidas de precaução para os pés são fundamentais: devem ser utilizados calçados com palmilhas e solas de silicone, ar ou outros sistemas de amortecimento e meias de poliéster ou algodão-poliéster para prevenir o aparecimento de bolhas e manter os pés secos, reduzindo assim os traumatismos para os pés. Um calçado adequado é fundamental e o seu uso deve ser enfatizado para indivíduos com neuropatia periférica. Durante a prática de atividade física, deve ser dada atenção à vestimenta adequada, pois também é aconselhado o uso de roupas leves e confortáveis e o controle da hidratação antes e durante o exercício. (CIOLAC; GUIMARÃES, 2004).

Para os pacientes que apresentarem alguma contra-indicação para a realização de atividades físicas (hipertensão arterial não controlada ou cardiomiopatia), deve se recomendar a prática de técnicas de relaxamento e movimentos suaves do tipo yoga, por possuírem a propriedade de desenvolver a capacidade de relaxamento psicofísico e diminuir a atividade adrenérgica, o que pode contribuir no controle metabólico e da pressão arterial. (MERCURI; ARRECHEA, 2002).

### **3.5 Prescrição do treinamento resistido**

Ao elaborar um programa que visa prescrever exercícios físicos para portadores de diabetes mellitus é necessário saber que tal programa deve ser individualizado e requer alguns cuidados especiais (MARTINS; DUARTE, 1998 *apud* ZABLAGIA, *et al*, 2009). Forjaz *et al.*, (1998) *apud* Cardoso *et al.*, (2007) destacam que para que a prática seja benéfica necessita de intensidade e volume de forma personalizada, na qual cada indivíduo responde de forma distinta ao estímulo, destacando-se que as avaliações devem ser aplicadas para que os riscos sejam minimizados. Ressaltando que os exercícios geram importantes mudanças nos aspectos fisiológicos, psicológicos e sociocultural de cada indivíduo.

De acordo com Colberg (2003), existem diversos estudos sobre o exercício aeróbio, focando seus benefícios para pessoas com DM2, em que a perda de peso melhora o controle glicêmico e o exercício físico regular minimiza as anormalidades na sensibilidade à insulina.

No entanto, de acordo com o ACSM (2000), os indivíduos diabéticos tendem a possuir intolerância e responsividade diminuída as atividades aeróbicas, por conta do aumento no número de fibras do tipo IIb, baixo percentual de fibras do tipo I e uma baixa densidade capilar, fazendo com que o exercício de resistência aeróbia seja desconfortável. Dessa forma,

o treinamento resistido também se mostra eficiente no controle do DM2 por também possuir efeitos compensatórios e benéficos no controle glicêmico. (BALSAMO; SIMÃO, 2005).

De acordo com Balsamo e Simão (2005) e Cardoso *et al.*, (2007), as pesquisas envolvendo o treinamento de força mostram evidências significativas no controle da glicemia, na diminuição da concentração de hemoglobina glicosilada, na manutenção da massa magra e no aumento da sensibilidade muscular à insulina. Paula *et al.*, (2009) concluíram que o treinamento de força é uma ferramenta importante para o controle, tratamento e prevenção do diabetes mellitus do tipo 2, pois promove o aumento da sensibilidade à insulina, eleva a captação de glicose pelo músculo, reduz as concentrações de lipídeos séricos, além de potencializar força muscular e o ganho de massa corporal magra, por meio de mecanismos de sinalização intracelular de insulina como o GLUT-4 e a via PI3k/Akt na cascata de sinalização da insulina.

Os Diversos protocolos utilizados reforçam que a prescrição do treinamento resistido deve ser composto por 2-3 séries de 8 a 12 exercícios de intensidade moderada, 50% a 70% de uma repetição máxima (1RM), ou vigorosa (75% a 80% de 1RM), sempre optando por grandes grupamentos musculares, em uma frequência de 2 a 3 vezes na semana e com intervalos entre os exercícios que devem variar entre 1 e 2 minutos. A progressão de carga deve ser realizada quando o número alvo de repetição for excedido. (ACSM-ADA, 2010).

Quadro 2: Orientações sobre a prescrição de exercícios segundo o ACSM-ADA (2010)

<b>Exercício</b>	<b>Intensidade</b>	<b>Duração</b>	<b>Frequência</b>
<b>Treinamento de Força</b>	Moderado (50% a 70% de 1RM)  Vigoroso (75% a 80% de 1RM)	8 - 10 exercícios 2 - 3 séries, 8 - 12 repetições, 1 - 2 min de descanso entre as séries.	2 a 3 vezes semanais.

1RM: uma repetição máxima

## **4. METODOLOGIA**

### **4.1 Tipo De Estudo**

Esse estudo tem a característica experimental de cunho quantitativo, longitudinal.

### **4.2 Amostra**

O recrutamento da amostra foi feito por conveniência, a amostra foi composta por 5 voluntários sedentários de ambos os gêneros com média de 59 anos, não tabagistas e não etilistas, com pelo menos três anos de diagnóstico médico de DM2 e sem complicações causadas pelo diabetes. Considerou-se sedentário o indivíduo que não praticava exercícios há no mínimo quatro meses. Foram incluídos no estudo voluntários com diagnóstico há pelo menos um ano de diabetes tipo 2 e sem lesões em órgãos alvo; Não praticante de atividade física nos últimos quatro meses antes do período de intervenção. Foram excluídos do presente estudo sujeitos que possuíam hipertensão descontrolada ou pico hipertensivo há menos de um mês do estudo; angina instável e estável; arritmias cardíacas descontroladas; história recente de insuficiência cardíaca congestiva grave; insuficiência renal e hepática; retinopatia proliferativa aguda; problemas ortopédicos; pé diabético; doenças neurológicas; tabagista e/ou etilista.

### **4.3 Procedimentos**

Inicialmente o convite aos indivíduos foi feito verbalmente, posteriormente em um dia previamente agendado foi realizada uma anamnese clínica com aplicação do questionário de prontidão para a atividade física (PAR-Q) (ANEXO A) com o objetivo de triar o paciente e estratificar o seu risco, investigando a presença de acometimento prévio, como doenças cardiovasculares, distúrbios osteomusculares ou de possíveis fatores de risco para a doença arterial coronariana. Após esclarecimentos sobre os objetivos do trabalho, prováveis benefícios e os riscos, os voluntários assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (ANEXO B), autorizando sua participação no estudo.

Os dados coletados foram referentes às variáveis antropométricas e bioquímicas para a avaliação do efeito crônico. Também foram coletados dados relativos à glicemia capilar, antes e após uma das sessões de treinamento de intensidade moderada, com o objetivo de

avaliar o efeito agudo de uma sessão de treinamento resistido no controle glicêmico.

As medidas antropométricas coletadas foram: peso corporal, estatura, IMC e dobras cutâneas. Para aferição do peso, a balança utilizada foi de plataforma eletrônica digital (LIDER) com precisão de 100g, o voluntário foi posicionado no centro da balança em posição ortostática, de frente para o avaliador, trajando roupas leves. Para a determinação da estatura foi utilizado um estadiômetro (Sanny). O avaliado foi colocado em pé, na posição ereta, pés afastados à largura do quadril e braços soltos lateralmente. Por meio destas duas medidas foi possível calcular o índice de massa corporal (IMC) que é calculado utilizando a relação do peso (kg) pela altura ( $m^2$ ). Este índice fornece um indicativo do estado nutricional do indivíduo, classificando-o em: baixo peso, peso ideal, sobrepeso, pré-obeso e obesidade dos tipos I, II e III. Os pontos de cortes adotados pelo Ministério da Saúde são os preconizados pela Organização Mundial de Saúde (WHO, 1998).

Para a aferição das medidas de dobras cutâneas foi utilizado um adipômetro clínico (Sanny). As dobras utilizadas foram: Subescapular, tricipital, axilar média, supra-ilíaca, coxo-femural e panturrilha medial. Com esses dados foi possível calcular o percentual de gordura corporal (%GC). O protocolo para a aferição das dobras cutâneas utilizado foi o de 4 dobras de Petroski (1995) e a composição corporal foi calculada de acordo com a equação de Siri (1961). Os indivíduos foram classificados de acordo com o percentual de gordura corporal em: excelente, bom, acima da média, média, abaixo da média, ruim, muito ruim. Os pontos de cortes utilizados para a classificação foram de acordo com Pollock e Wilmore (1993). Todas as avaliações foram feitas sob as mesmas condições e horários, para evitar a variação circadiana.

Para a verificação da glicemia capilar foi utilizado o glicosímetro Accu-Chek Advantage (Roche). Foram coletadas amostras de sangue capilar através de punção sanguínea no dedo indicador utilizando-se lancetas descartáveis para perfuração. As amostras foram coletadas durante a sexta semana de intervenção, em uma sessão de treinamento com intensidade moderada. Foram coletadas amostras antes da sessão de treinamento, imediatamente após e uma hora após o final da sessão. Os valores glicêmicos coletados serviram para avaliar o efeito agudo do treinamento resistido sobre a homeostase glicêmica nos voluntários.

Para determinação dos níveis de hemoglobina glicada (HbA1c) pré-intervenção, foram utilizados os valores do último exame com data inferior a dois meses feito pelo voluntário. Os valores de hemoglobina glicada pós-intervenção foram analisados através de

ensaio imunoturbidimétrico (Olympus AU400e). O sangue do avaliado foi colhido através de punção venosa após um jejum prévio de 12 horas, o sangue então foi armazenado em tubo de ensaio e levado para análise cromatográfica.

A coleta de dados referente aos efeitos crônicos do programa de exercícios físicos foi realizada após 10 semanas, com pelo menos 72 horas após o término da última sessão de exercício físico para evitar a interferência do efeito agudo da sessão de exercício. Os avaliados foram aconselhados a não realizarem atividades vigorosas e nem ingerirem bebidas alcoólicas ou cafeínadas, nas 24 horas anteriores às avaliações.

#### **4.4 Programa de treinamento resistido**

Para o melhor controle do treinamento, os voluntários foram divididos em dois grupos A e B, onde treinavam em horários diferentes, ambos os grupos treinaram três vezes na semana em dias não consecutivos. O período de intervenção teve duração de 10 semanas, totalizando 30 sessões de treinamento com duração média de 60 minutos. As duas primeiras semanas tiveram como principal objetivo a determinação da carga de trabalho e rotina de adaptação com intensidade leve a moderada.

Para a determinação das cargas foi utilizado o teste de número máximo de repetições NMR, seguindo as normas de Baechle e Earle (2010) que posteriormente foi correlacionado com zonas de % 1RM de acordo com o número máximo de repetições executadas. O teste foi iniciado após um breve aquecimento, com uma carga estipulada de forma subjetiva pelo participante para realizar um determinado número de repetições. Foram feitas no máximo 5 tentativas para encontrar a carga para cada treino, tendo 5 minutos de intervalo para cada tentativa. Caso a carga ideal não fosse encontrada até a 5ª tentativa, o teste seria interrompido e retomado 48 horas depois. Além disso, foi utilizada a escala de percepção subjetiva do esforço 6-20 pontos para a um melhor controle da intensidade do exercício durante o período de intervenção. (BORG, 2000).

Durante as duas primeiras semanas do período de adaptação foram realizadas duas séries de 15 a 20 repetições para cada exercício, com intensidade de 50%-60% 1RM, entre 11 e 12 na escala de Borg. A partir da terceira semana, foram adotadas 3 séries de 12 a 15 repetições por exercício, com uma intensidade de 60%-70% 1RM entre 12 a 14 na escala de Borg. A partir da sexta semana, foram utilizadas 3 séries de 8 a 12 repetições com intensidade de 70%-80% 1RM e 15 a 17 na escala Borg. Os voluntários foram encorajados a levar o exercício até o maior desconforto tolerável e sempre tentar ultrapassar o limite superior da



margem de repetições.

A sessão de treinamento foi constituída de um momento inicial com duração máxima de 15 minutos onde se trabalhou alongamentos passivos, mobilidade e ativação muscular referente à particularidade e necessidade de cada voluntário. Cada sessão teve aproximadamente 60 minutos de duração total, com os movimentos que duravam em média 4 segundos realizados numa cadencia de 2020, o que corresponde a dois segundos durante a fase excêntrica e dois segundos durante a fase concêntrica. Os intervalos entre as séries e entre os exercícios foram de 60 a 90 segundos. O quadro 3 mostra o protocolo utilizado durante a intervenção. Para a construção da proposta a seguir, foram seguidas as diretrizes do ACSM-ADA (2010) e inspirada nos estudos de Dustan *et al.*, (2002) e de Balsamo e Simão (2005). A escolha se baseou principalmente por resultados positivos demonstrados nas pesquisas desses autores, entretanto foi necessária uma adaptação por questões de logística do local onde seriam feitas as intervenções e por características e limitações do grupo de voluntários. O treino foi executado com séries combinadas, priorizando padrões fundamentais do movimento e dando prioridade a exercícios globais.

Quadro 3 - Proposta de treinamento executado na intervenção

<b>Exercícios</b>	<b>Intensidade/Fase</b>	<b>Séries</b>	<b>Frequência</b>
(Mobilidade e Ativação – 15min) Remada com apoio na máquina. Supino reto convergente. Leg Press horizontal. Levantamento terra com halteres. Puxada pela frente Desenvolvimento com halteres. Cadeira flexora. Cadeira extensora. Triceps na polia. Rosca bíceps com halteres. Flexão plantar em pé. Flexão de tronco no solo.	Fase 1 (2 semanas) 50% a 60% 1RM.  Fase 2 (4 semanas) (60% a 70% de 1RM).  Fase 3 (4 semanas) (70% a 80% de 1RM).	2 séries de 15 a 20 repetições 60 segundos de intervalo.  3 séries de 12 a 15 repetições 60 segundos de intervalo.  3 séries de 8 a 12 repetições 60-90 segundos de intervalo.	3 dias não consecutivos na semana.

#### **4.5 Análise estatística**

A análise estatística foi realizada por meio da estatística descritiva e inferencial. Nas variáveis descritivas, qualitativas e univariadas foi usada a técnica de distribuição de frequência e nas bivariadas, a técnica comparação de proporção. Nas variáveis quantitativas univariadas, a técnica usada será medidas de tendência central e medida de variabilidade assumindo o IC em 95%. Quanto à estatística inferencial foi utilizado o Teste t pareado e ANOVA de medidas repetidas com significância em  $p < 0,05$ .

## 5. RESULTADOS

Participaram do estudo 5 sujeitos portadores de DM2, sedentários, sem complicações decorrentes da doença, com média de idade de  $59,6 \pm 5,85$  anos, sendo 60% do sexo masculino e 40% feminino. De acordo com a tabela 1, podemos observar as médias iniciais de peso, altura, IMC e gordura corporal dos voluntários. De acordo com média do IMC os voluntários apresentam indicativos de sobrepeso.

TABELA 1 - Caracterização da amostra de acordo com idade, peso, altura, percentual de gordura, sexo e IMC classificado.

	<b>Média</b>	<b>Desvio padrão</b>	<b>IC 95%</b>
<b>IDADE</b> (anos)	59,6	5,85	52,33 – 66,87
<b>PESO</b> (kg)	78,56	14,59	60,44 – 96,77
<b>ALTURA</b> (cm)	168	0,08	1,58 – 1,79
<b>IMC</b> (kg/altura)	27,3	2,94	
<b>GORDURA CORPORAL</b> (%)	28,7	4,09	23,68 – 30,99
<b>SEXO</b>	<b>Fa</b>		<b>%</b>
<b>Masculino</b>	3		60%
<b>Feminino</b>	2		40%

Com relação ao estado nutricional, foi possível observar, de acordo com a tabela 2 que a maioria dos indivíduos (80%) apresentaram excesso de peso de acordo com o IMC e 60% dos indivíduos apresentaram um % de gordura corporal (%GC) não adequado, sendo classificados como abaixo da média e ruim. Entretanto, após a intervenção 60% dos participantes apresentavam % de classificados em níveis adequados, porém o IMC apresentou a mesma distribuição, não havendo alterações.

TABELA 2 - Estado nutricional classificado pelo IMC e %GC Pré e Pós Intervenção.

<b>IMC CLASSIFICADO</b>	<b>Pré - Intervenção</b>		<b>Pós - Intervenção</b>	
	<b>n</b>	<b>%</b>	<b>n</b>	<b>%</b>
<b>Normal</b>	1	20%	1	20%
<b>Sobrepeso</b>	3	60%	3	60%
<b>Obeso</b>	1	20%	1	20%
<b>% GC CLASSIFICADO</b>				
<b>Bom</b>	1	20%	1	20%
<b>Média</b>	1	20%	2	40%
<b>Abaixo da média</b>	2	40%	2	40%
<b>Ruim</b>	1	20%	-	-

De acordo com os resultados apresentados na tabela 3, podemos observar o efeito do treinamento sobre o estado nutricional dos indivíduos e verificamos que não houve diferença significativa no IMC entre os períodos pré-intervenção e pós-intervenção. No entanto, apresentaram redução significativa no percentual de gordura corporal (de  $28,7 \pm 4,09$  para  $26,7 \pm 3,87$ ) após 10 semanas de treinamento de força.

TABELA 3 - Comparação entre indicadores de composição corporal pré e pós-intervenção de exercício resistido.

	Pré-Intervenção	Pós-Intervenção	p
<b>IMC</b>	$27,3 \pm 2,94$	$26,86 \pm 2,51$	, 213
<b>%GC</b>	$28,7 \pm 4,09$	$26,7 \pm 3,87$	, 004

Realizado teste t pareado para amostra dependente com significância para  $P < 0,05$ .

Ao avaliarmos os efeitos agudo e crônico de 10 semanas de treinamento resistido sobre a homeostase glicêmica, podemos observar na tabela 4 a resposta glicêmica aguda, por meio da mensuração da glicemia capilar após uma sessão de treinamento resistido com intensidade moderada. O valor médio da glicemia pré-sessão foi de 195,8 mg/dl, reduzindo para 180,6 mg/dl imediatamente após a sessão e para 169,2 mg/dl uma hora após o término da sessão, tendo uma redução total de aproximadamente 14%. A glicemia após o treinamento resistido foi significativamente menor que os níveis glicêmicos pré-sessão de treinamento e a mesma também sofreu redução significativa 1h pós-sessão de treinamento, tanto com relação ao momento pré-sessão quanto com o imediatamente pós-sessão. No que diz respeito à adaptação crônica, verificamos uma redução estatisticamente significativa nos níveis de HbA1c (de 8,36% para 7,78%)

TABELA 4 – O efeito agudo de uma sessão de treinamento resistido sobre a glicemia capilar nos períodos pré-sessão e pós – sessão e o efeito crônico nos níveis de hemoglobina glicada após 10 semanas de treinamento resistido.

	Pré - sessão	Pós - sessão	1h pós – sessão
<b>GLICEMIA CAPILAR</b>	195,8	180,6*	169,2*†
	Pré-Intervenção	Pós-Intervenção	p
<b>HbA1C</b>	$8,36 \pm 1,33$	$7,78 \pm 1,34$	, 000

Para a análise da glicose capilar foi utilizado ANOVA de medidas repetidas para amostra dependente com significância para  $P < 0,05$ . \* Significativo com pré - sessão. † Significativo com pós – sessão. Para a análise dos níveis de HbA1C foi realizado teste t pareado para amostra dependente com significância para  $P < 0,05$ .

## 6. DISCUSSÃO

De acordo com os dados apresentados da caracterização da amostra podemos observar que 80% dos indivíduos participantes apresentaram excesso de peso de acordo com o IMC e 60% possuíam um percentual de gordura classificado como inadequado e inferiores a média. Esse resultado não é uma surpresa, dada que essa relação entre o sobrepeso e diabetes é bem estabelecida e aproximadamente 80% a 90% dos indivíduos com diabetes tipo 2 têm sobrepeso, ou são obesos e pessoas com sobrepeso possuem 3 vezes mais chances de desenvolverem diabetes se comparados com pessoas com o peso considerado normal. (SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2013); (BLACKBURN; LEVIS, 2003); (ALBERTI *et al.*, 2007).

Verifica-se que 10 semanas de treinamento resistido com pesos não foi eficiente para promover redução significativa no IMC dos participantes, dados que corroboram com os achados de Boulé *et al.*, (2001). Entretanto, houve diferença significativa no percentual de gordura, esse resultado sugere que o treinamento resistido foi eficiente para a redução de gordura e, possivelmente, aumento da massa magra, como cita Assumpção *et al.*, (2008) e por esse motivo não encontramos diferença significativa no IMC. De acordo com os achados de Ibañes (2005), o treinamento resistido foi eficiente para a redução do percentual de gordura corporal, melhorando significativamente a sensibilidade à ação da insulina e a rápida absorção de glicose em idosos portadores de DM2.

Os resultados também estão de acordo com os achados de Cambri e Santos (2006), os quais avaliaram o efeito de um programa de exercícios resistidos sobre a composição corporal, hemoglobina glicada e o efeito agudo sobre a glicemia capilar em diabéticos com idade entre 47 a 58 anos. O programa foi composto por 3 sessões semanais que incluíam séries de 12 a 15 repetições com intervalos de 1 minuto. Os autores concluíram que o treinamento resistido apresentou efeito favorável na diminuição da gordura corporal, aumento da massa magra e melhor controle da glicemia capilar.

De acordo com Byrne e Wilmore (2001), esse fenômeno pode ser explicado pelo aumento da taxa metabólica basal e de repouso e um conseqüente aumento do gasto calórico pós-exercício que estaria relacionado diretamente com a intensidade e duração do exercício. Assumpção *et al.*, (2008) afirmam que os exercícios resistidos se mostram como uma estratégia eficiente para promover uma mudança favorável na composição corporal. Tal efeito se refletiria no aumento da massa muscular, da massa óssea calcificada e na redução da gordura corporal.

Essa redução do percentual de gordura se mostra importante para o controle de saúde de portadores de diabetes tipo 2, pois de acordo com os Alberti *et al.*, (2007) aproximadamente 75-80% das pessoas com diabetes morrem de doenças cardiovasculares e o elevado percentual de gordura é um importante fator de risco para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares e hipertensão, assim como patologias crônicas e alterações metabólicas como a hipercolesterolemia e a arteriosclerose (HAFFNER *et al.*, 1998);(ACSM, 2003).

Com relação à resposta glicêmica obtida após 10 semanas de treinamento resistido, podemos observar agudamente uma redução significativa da glicemia capilar depois de uma sessão de treinamento com intensidade moderada com relação ao período imediatamente antes do treino (uma diminuição de aproximadamente 14%), o que pode ser explicado pelo aumento da permeabilidade à glicose nas fibras musculares ativas, essa captação acontece por meio de vias dependentes e não dependentes de insulina. (DUNSTAN *et al.*, 1998), (COLBERG *et al.*, 2010).

Os achados do presente estudo corroboram com outros encontrados na literatura como o de Castaneda *et al.*, (2002) que concluíram que o treinamento resistido é uma ferramenta eficaz para melhorar o controle glicêmico e reduzir complicações associadas à síndrome metabólica. Canche e Gonzalez (2005) também estão de acordo com o autor acima e os mesmos concluíram que o treinamento resistido pode contribuir com o controle glicêmico em adultos com diabetes tipo 2. De acordo com Cambri e Santos (2006), o exercício resistido resultou em uma redução de aproximadamente 19,9% na glicemia capilar após sessões de treinamento. De Lara (2009) avaliou o efeito agudo do exercício resistido sobre a glicemia capilar em um indivíduo sedentário com diabetes tipo 2 e afirma que houve uma redução de aproximadamente 23% da glicemia capilar após uma sessão de exercício resistido com intensidade moderada.

Um fato a ser discutido é que os estudos citados acima utilizaram intensidade moderada, fato que aparenta ser decisivo para o nível das respostas glicêmicas agudas em sessões de exercício resistido. Como no presente estudo o efeito agudo foi avaliado após uma sessão de treinamento com intensidade moderada, pode ter sido determinante para essa redução aguda na glicemia capilar. Essa captação de glicose pelo músculo esquelético e consequente redução da glicemia pode permanecer eficiente por pelo menos 24h após o término da sessão de treinamento, causando também uma estabilização na glicemia por até 48h após o exercício (ACSM, 2003). Porém Colberg *et al.*, (2010) ressaltam que essa redução

da glicemia depende de fatores como intensidade e duração da sessão, pois no mesmo nível em que os músculos aumentam a captação da glicose, o fígado também aumenta a sua liberação hepática.

Esse fato parece fortalecer a hipótese de que séries longas promovem um maior nível de redução aguda da glicemia, sendo assim uma opção mais aconselhada para diabéticos que apresentem valores de glicemia pré-treinamento elevados. Outro ponto a ser observado é que, embora o treinamento resistido, com intensidade moderada promova uma redução da concentração de glicose sanguínea em até 24 horas após o exercício, de acordo com Moreira *et al.*, (2008), o treinamento resistido de intensidade vigorosa gera uma contra regulação que pode ser desfavorável. O mesmo acarretaria aumento no nível das catecolaminas e nas respostas do glucagon e estes estimulam uma maior glicogenólise e gliconeogênese, o que pode aumentar agudamente a concentração de glicose sanguínea. Essa resposta ocorre dentro de faixas concentrações esperadas e, após o exercício mais glicose será captada pelo músculo esquelético, o que resulta em uma redução na concentração de glicose a longo prazo superior ao treinamento resistido de intensidade moderada.

Já com relação aos efeitos crônicos de 10 semanas de treinamento resistido sobre a homeostase glicêmica, podemos observar uma redução de 8,36% para 7,78%, uma redução de aproximadamente 0,5% nos níveis de hemoglobina glicada (HbA1c). De acordo com Cambri *et al.*, (2006), esse fenômeno está relacionado com a redução da %GC, com a mudança na distribuição da GC, assim como, aumento da expressão e translocação do GLUT-4 e melhora na sensibilidade insulínica.

Os dados apresentados estão de acordo com os achados de Dustan *et al.*, (2002) que utilizaram uma proposta de intervenção semelhante a aplicada no presente estudo, entretanto, com 12 semanas de duração, fato importante a ser levado em consideração, pois de acordo com a meta-análise feita por Snowling e Hopkins (2006), os melhores resultados nas reduções dos níveis de hemoglobina glicada parecem estar relacionados com períodos superiores a 12 semanas de intervenção, os quais resultam em uma diminuição de aproximadamente 0,8% enquanto períodos menores apresentaram uma redução de aproximadamente 0,4%. Em contrapartida, o estudo de O'hagan *et al.*, (2013) afirma que um período de 8 semanas foi eficiente para a diminuição de 0,6% nos níveis de HbA1c. Sugerindo então que essas modificações estão relacionadas com fatores do treinamento como frequência, volume e intensidade e características dos sujeitos participantes do estudo. O que corrobora com a hipótese levantada na recente meta-análise feita por Ishiguro et al (2015).

Essas diminuições apresentam significado importante para a saúde desses indivíduos,

pois a redução de 1% na HbA1c está associada a uma diminuição de 37% no risco de complicações microvasculares e de 21% de morte associada com derrame, infarto agudo do miocárdio e outras doenças relacionadas com a DM (UKPDS, 1998).

Algumas limitações do presente estudo devem ser levadas em consideração. O número pequeno da amostra pode ter prejudicado a análise dos dados, mas apenas estes participantes preenchiaram os critérios de inclusão.



## 7. CONCLUSÃO

O treinamento resistido parece ganhar cada vez mais espaço como uma ferramenta viável para a prevenção e tratamento do diabetes mellitus tipo 2, sendo uma estratégia de suma importância capaz de melhorar a qualidade de vida do paciente, reduzindo as complicações decorrentes do DM2. Os dados do presente estudo corroboram com diversas pesquisas presentes na literatura que mostram benefícios na utilização do treinamento resistido como terapia coadjuvante no controle e manutenção da saúde em indivíduos diabéticos tipo 2.

De acordo com os dados apresentados, concluímos que o treinamento resistido com intensidade progressiva feito em uma frequência de três vezes semanais, durante 10 semanas, foi eficiente para a redução do percentual de gordura corporal e melhora na composição corporal de indivíduos diabéticos tipo 2, entretanto não foi eficiente para causar uma redução do IMC.

Concluimos também que o treinamento resistido é uma ferramenta eficiente para o controle glicêmico por melhorar a captação da glicose pelo musculo e por ter reduzido os níveis de HbA1c após 10 semanas. Entretanto, por conta da variedade de protocolos presentes na literatura e as diferenças entre resultados, parece ainda existir uma lacuna no que confere a relação entre diferentes intensidades, volume, duração da sessão, frequência semanal e duração do período de intervenção e o efeito crônico do exercício sobre os níveis de hemoglobina glicada. Dessa forma se faz necessário mais evidencias científicas para elucidar essa relação ideal das variáveis do treinamento com os efeitos positivos para essa população e dessa forma se chegar a resultados cada vez mais fidedignos.

## REFERÊNCIAS

ACSM. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and type 2 diabetes. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 32, n. 7, p. 1345-1360, 2000

\_\_\_\_\_. American College of Sports Medicine. Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory, Musculoskeletal, and Neuromotor Fitness in Apparently Healthy Adults: Guidance for Prescribing Exercise. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, Special Communications, p. 1334-1359, 2011.

\_\_\_\_\_. American College Sports Medicine. **Manual de Pesquisa: Diretrizes do ACMS para os Testes de Esforço e sua Prescrição**. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan. 2003. p. 277- 284.

ACSM-ADA. Exercise and Type 2 Diabetes: Special Communications. **Med Sci Sports Exerc**, v. 42, n. 12, p. 2282-2303, 2010.

ADA. American Diabetes Association: Standards of Medical Care in Diabetes-2011. Position Statement. **Diabetes Care**, v. 34, Suppl. 1, p. S11-S61, 2011.

\_\_\_\_\_. American diabetes association. Diagnosing Diabetes and learning about prediabetes. Acesso em: 05/11/2014. Disponível em: <http://www.diabetes.org/are-you-at-risk/prediabetes/?loc=atrisk-slabnav>

\_\_\_\_\_. Standards of Medical Care in Diabetes. **Diabetes Care**, Volume 34, Supplement 1, January 2011.

ALBERTI K.; ZIMMET P.; AND SHAW J. International Diabetes Federation: a consensus on Type 2 diabetes prevention. Journal compilation, Diabetes UK. **Diabetic Medicine**, 2007

ASSUMPÇÃO, C.O.; PRESTES, J.; LEITE, R. D.; URTADO, C. B.; NETO, J. B.; PELLEGRINOTTI, I.L. Efeito do treinamento de força periodizado sobre a composição corporal e aptidão física em mulheres idosas. **Rev Educ Fís/UEM**, 2008

BALSAMO, S.; SIMÃO, R. **Treinamento de força : para osteoporose, fibromialgia, diabetes tipo 2, artrite reumatóide e envelhecimento**. São Paulo: Phorte, 2005

BAECHLE, T. R.; EARLE, R. W. **Essentials of Strength Training and Conditioning**. Human Kinetics, 3º ed, 2008

BLACKBURN, G L.; BEVIS, L. C. The obesity epidemic: Prevention and treatment of the metabolic syndrome. **CME**, 2003.

BORG, G. Escala CR10 de Borg. **Escalas de Borg para a dor e esforço percebido**. São Paulo: Manole, p. 43-47, 2000.

BOSI, P. L.; CARVALHO, A. M.; CONTRERA, D.; CASALE, G.; PEREIRA, M. A.; GRONNER, M. F.; LEAL, A. M. O. Prevalência de diabetes melito e tolerância à glicose diminuída na população urbana de 30 a 79 anos da cidade de São Carlos, São Paulo. **Arq Bras Endocrinol Metab**, 53(6), 726-32. 2009

BOULÉ N.G.; HADDAD E.; KENNY G.P.; WELLS G.A.; SIGAL R.J. Effects of exercise on glycemic control and body mass in type 2 diabetes mellitus: a meta-analysis of controlled clinical trials. **JAMA**. 2001;

BRASIL. Ministerio da Saude. Secretaria de Politicas de Saude. **Plano de reorganização da atenção à hipertensão arterial e ao diabetes mellitus: manual de hipertensão arterial e diabetes mellitus**. Brasil. Ministerio da Saude, 2002.

BYRNE, H. ; WILMORE, J.H. "The Effects of a 20-Week Exercise Training Program on Resting Metabolic Rate in Previously Sedentary, Moderately Obese Women" **Kinesiology, Sport Studies and Physical Education Faculty Publications**. 2001.

CAMBRI, L. T; SANTOS, D. L. Influência dos exercícios resistidos com pesos em diabéticos tipo 2. **Motriz. Revista de Educação Física. UNESP, Rio Claro**, v.12, n.1, p.33-41, 2006.

CAMBRI, L. T.; GEVAERD, M. S. Diabetes mellitus tipo 2, hemoglobina glicada e exercícios físicos. **Revista Mineira de Educação Física, Viçosa**, v.14, n.2, p.47-67, 2006.

CANCHE, K.; GONZALEZ, B.. Exercício de resistencia muscular em adultos com diabetes mellitus tipo 2. **Revista Latino – Americana de Enfermagem**. v. 13. n. 1. 2005.

CARDOSO, L. M., OVANDO, R. G. M, SILVA, S. F., & OVANDO, L. A. Aspectos importantes na Prescrição do exercício físico para o diabetes mellitus 2. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**. São Paulo. Vol. 1. Núm. 6. 2007. p. 59-69.

CARPENA, M. P.; RADOS, D. V.; SORTICA, D. A.; SOUZA, B. M. D.; REIS, A. F.; CANANI, L. H.; CRISPIM, D. Genetics of diabetic nephropathy. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, 54(3), 253-261. 2010

CASTANEDA, C.; LAYNE, J.; MUNOZ-ORLANS, L.; GORDON, P.; WALSMITH, J.; FOLDVARI, M.; ROUBENOFF, R.; TUCKER, K.; NELSON, M. A Randomized Controlled Trial of Resistance Exercise Training to Improve Glycemic Control in Older Adults With Type 2 Diabetes. **Diabetes care**, 2002

CIOLAC, E. M, GUIMARAES, G. V. Exercício físico e síndrome metabólica. **Rev Bras Med Esporte**, vol.10, n.4, pp. 319-324. ISSN 1517-8692, 2004

COLBERG, S. **Atividade física e diabetes**. Editora Manole Ltda, 2003.

COLBERG S.R.; ALBRIGHT A.L.; BLISSMER B.J.; BRAUN B.; CHASAN---TABER L.; FERNHALL B. Exercise and type 2 diabetes: American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: joint position statement. Exercise and type 2 diabetes. **Med Sci Sports Exerc**. 2010

CONSENSO BRASILEIRO SOBRE DIABETES. **Diagnóstico e classificação do diabetes melito e tratamento do diabetes melito do tipo 2**. Rio de Janeiro. 2003

CONSITT, L. A.; BOYLE, K. E.; HOUMARD, J. A. Exercise as an Effective Treatment for Type 2 Diabetes. In: Type 2 Diabetes Mellitus. **Humana Press**, 2008. p. 135-150

DE LARA, F.N. O efeito agudo do exercicio de forca e da caminhada, na glicemia de um individuo sedentario, diabetico do tipo 2. **Revista Brasileira de Prescriçao e Fisiologia do Exercício**, v. 3, n. 15, p. 248-255, 2009.

DE PAULA, F ; DE SOUZA, S. A; DE ÁVILA; M. V. P. Diabetes tipo 2 e treinamento de forca: uma revisao. **RBNE-Revista Brasileira de Nutricao Esportiva**, v. 3, n. 16, 2012

DEL DUCA, G.F.; RIBEIRO, E.A.G. Atividade física e diabetes. In: DEL DUCA, G.F.; NAHAS, M.V. (Org.); **Atividade física e doenças crônicas: evidências e recomendações para um estilo de vida ativo**. 2011.

DIRETRIZES DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES. Sociedade Brasileira de Diabetes. 3 ed. Itapevi, SP: A. Araújo Silva farmacêutico, 2009.

\_\_\_\_\_, Sociedade Brasileira de Diabetes ; [organização José Egidio Paulo de Oliveira, Sérgio Vencio]. – São Paulo: AC Farmacêutica, 2015.

DUNSTAN, D. W.; PUDDEY, I. B.; BEILIN, L. J.; BURKE, V.; MORTON A. R.; STANTON, K. G. Effects of a short-term circuit weight training program on glycaemic control in NIDDM. **Diabetes Research and Clinical Practice**, Amsterdam, v. 40, p. 53-61, 1998

DUNSTAN D.W.; DALY R.M.; OWEN N.; JOLLEY D.; DE COURTEN M.; SHAW J.; ZIMMET P. High-intensity resistance training improves glycemic control in older patients with type 2 diabetes. **Diabetes Care**, 2002

FROSING, C., SAJAN, M. P.; MAARBJERG, S. J.; BRANDT, N.; ROEPSTORFF, C.; WOJTASZEWSKI, J. F.; RICHTER, E. A. Exercise improves phosphatidylinositol-3,4,5-trisphosphate responsiveness of atypical protein kinase C and interacts with insulin signalling to peptide elongation in human skeletal muscle. **J physiol**, v. 582, p. 1289-1301, 2007.

FROSING, C.; RICHTER, E. A. Improved Insulin Sensitivity After Exercise: Focus on Insulin Signaling. **Obesity**, v. 17, n. (Suppl 3), p. S15-S20, 2009.

HAFFNER S. M, LEHTO S, RONEMAA T, PYORALA K, LAAKSO M. Mortality from coronary heart disease in subjects with type 2 diabetes and non-diabetic subjects with and without prior myocardial infarction. **N Engl J Med**, 34: 229-339, 1998

IBAÑEZ, J.; IZQUIERDO, M.; ARGÜELLES, I.; FORGA, L.; LARRIÓN, J. L.; GARCÍA-UNCITI, M.; GOROSTIAGA, E.M. Twice-weekly progressive resistance training decreases abdominal fat and improves insulin sensitivity in older men with type 2 diabetes. **Diabetes care**, 2005. p. 662–667.

IRIGOYEN, M. C., DE ANGELIS, K., SCHAAN, B. D. A., FIORINO, P., & MICHELINI, L. C. Exercício físico no diabetes melito associado a hipertensao arterial sistêmica. **Rev. Bras.Hipertens.**, Sao Paulo, v. 10, n. 2, p. 109-117, 2003.

ISHIGURO, H.; KODAMA, S.; HORIKAWA. C.; FUJIHARA. K.; HIROSE, A. S.; HIRASAWA. R.; SONE, H. In Search of the Ideal Resistance Training Program to Improve

Glycemic Control and its Indication for Patients with Type 2 Diabetes Mellitus: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Sports Medicine**, 2015

LAZZOLI, J. K. Posicionamento oficial do American College of Sport Medicine e American Diabetes Association: diabetes mellitus e exercício. **Rev Bras de Med Esporte**, v. 6, n. 1, p. 16-22, 2000.

LEITÃO, M. B., LAZZOLI, J. K., OLIVEIRA, M. A. B. D., NÓBREGA, A. C. L. D., SILVEIRA, G. G. D., CARVALHO, T. D., ... & DE ROSE, E. H. . Posicionamento oficial da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte: atividade física e saúde na mulher. **Rev Bras Med Esporte**, Niterói , v. 6, n. 6, Dec. 2000 .

LYRA,R.; SILVA, R.S.; MONTENEGRO JR, R.M.; MATOS, M.V.C.; CÉZAR, N.J.B.; SILVA, L.M.. Prevalência de diabetes melito e fatores associados em população urbana adulta de baixa escolaridade e renda do sertão nordestino brasileiro. **Arq Bras Endocrinol Metab**. 54/6. 2010

MACHADO, U. F; SCHAAN, B. D.; SERAPHIM, P. M. Transportadores de glicose na síndrome metabólica. **Arq. bras. endocrinol. metab**, v. 50, n. 2, p. 177-189, 2006

MERCURI, N.; ARRECHEA, V. Atividade física e diabetes mellitus: atualização. **Diabetes Clínica**, v. 04, p. 347-349, 2002.

MOREIRA S.R; ARSA G.; OLIVEIRA H.B.; LIMA L.C.; CAMPBELL C.S.; SIMOES H.G. Methods to identify the lactate and glucose thresholds during resistance exercise for individuals with type 2 diabetes. **J Strength Cond Res**. 2008;

O'HAGAN C.; DE VITO G.; BOREHAM C.A. Exercise prescription in The treatment of type 2 diabetes mellitus : current practices, existing guidelines and future directions. **Sports Med**. 2013

PAULI, J.R.; CINTRA, D.E.; DE SOUZA, C.T.; ROPELLE, E.R. Novos mecanismos pelos quais o exercício físico melhora a resistência à insulina no músculo esquelético. **Arquivo Brasileiro de Endocrinologia Metabolismo**. Vol. 53. Num. 4. 2009. p. 399-408.

PETROSKI, E. L. **Antropometria: Técnicas e Padronizações**. 2ª edição revista e ampliada. Porto Alegre: Ed. E. L. Petroski, 160p, 2003.

POLLOCK, M.L.; WILMORE, J.H.; FOX, S. M. Exercícios na saúde e na doença. **Rio de Janeiro: Medsi**, p. 231-605, 1993.

ROLIM, L. C.; DE SÁ, J. R.; CHACRA, A. R.; DIB, S. A. Heterogeneidade clínica e coexistência das neuropatias diabéticas: diferenças e semelhanças entre diabetes melito tipos 1 e 2. **Arq Bras Endocrinol Metab**, 53(7), 818. 2009

SCHAAN, B. D. A.; DA SILVA, A. M. V.; & IRIGOYEN, M. C. Disfunção endotelial no diabetes melito e estados de resistência à insulina: papel do estresse oxidativo e potenciais oportunidades terapêuticas. **Arq Bras Endocrinol Metab**, 54(6), 514. 2010

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**. 2006;

SIRI, W.E. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. In. BROZEK, J.; HENSCHEL, A. **Techniques for measuring body composition**. National Academy of Science, p.223-244, 1961

SUGANTHALAKSHMI, B.; ANAND, R.; KIM, R.; MAHALAKSHMI, R.; KARTHIKPRAKASH, S.; NAMPERUMALSAMY, P.; SUNDARESAN, P. Association of VEGF and eNOS gene polymorphisms in type 2 diabetic retinopathy. **Mol Vis**, 12(1), 336-341. 2006

TABIT, C. E.; CHUNG, W. B.; HAMBURG, N. M.; VITA, J. A. Endothelial dysfunction in diabetes mellitus: molecular mechanisms and clinical implications. **Reviews in endocrine and metabolic disorders**, 11(1), 61-74. 2010

THONG, F. S.; DERAIVE, W.; URSO, B.; KIENS, B.; RICHTER, E. A. Prior exercise increases basal and insulin-induced p38 mitogen-activated protein kinase phosphorylation in human skeletal muscle. **J Appl Physiol**, v. 94, p. 2337-2341, 2003.

TORRES-LEAL, F. L.; CAPITANI, M. D. D.; TIRAPEGUI, J. The effect of physical exercise and caloric restriction on the components of metabolic syndrome. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, 45(3), 379-399. 2009.

UK PROSPECTIVE DIABETES STUDY (UKPDS) GROUP. Intensive blood-glucose control with conventional treatment and risk of complications in patients with type 2 diabetes (UKPDS 33). **Lancet**, v. 352, n. 9131, p. 837-853, 1998.

VALIATTI, F. B.; CRISPIM, D.; BENFICA, C.; VALIATTI, B. B.; KRAMER, C. K.; CANANI, L. H. The role of vascular endothelial growth factor in angiogenesis and diabetic retinopathy. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, 55(2), 106-113. 2011

WHO. Global health risks: mortality and burden of disease attributable to selected major risks. **World Health Organization**, 2009.

\_\_\_\_\_. Obesity: Preventing and Managing the global epidemic – Report of a WHO consultation on obesity. **WHO Global Report**. Geneva, 1998.

WHO/PAHO. About diabetes. Acesso em: 15 de novembro de 2014. Disponível em: [http://www.paho.org/hq/index.php?option=com\\_content&view=article&id=6717&Itemid=39447](http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=6717&Itemid=39447)

ZABAGLIA, R., ASSUMPCÃO, C. O, URTADO, C. B., & DE SOUZA, T. M. F. . Efeito dos exercícios resistidos em portadores de Diabetes Mellitus. **RBPFE-Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, 2011

ZHANG, X.; CUI, X.; LI, F.; WANG, S.; LIU, X.; HUI, L.; SONG, N.; LI, N.; Association between diabetes mellitus with metabolic syndrome and diabetic microangiopathy. **Experimental and Therapeutic Medicine** 8: 1867-1873, 2014

## ANEXO A – Anamnese

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

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

Profissão: \_\_\_\_\_

Tel.: \_\_\_\_\_ Email: \_\_\_\_\_

Em caso de emergência, avisar:

\_\_\_\_\_

Convênio médico: \_\_\_\_\_ Carteirinha n°: \_\_\_\_\_

### Questionário de Prontidão para Atividade Física

(PAR-Q “Physical Activity Readness Questionnaire”).

1. O seu médico já lhe disse alguma vez que você tem um problema cardíaco?  
( ) **SIM** ( ) **NÃO**
2. Você tem dores no peito com frequência?  
( ) **SIM** ( ) **NÃO**
3. Você desmaia com frequência ou tem episódios importantes de vertigem?  
( ) **SIM** ( ) **NÃO**
4. Algum médico já lhe disse que a sua pressão arterial estava muito alta?  
( ) **SIM** ( ) **NÃO**
5. Algum médico já lhe disse que você tem um problema ósseo ou articular, como, por exemplo, artrite, que se tenha agravado com o exercício ou que possa piorar com ele?  
( ) **SIM** ( ) **NÃO**
6. Existe alguma boa razão física, não mencionada aqui, para que você não siga um programa de atividade física, mesmo que você queira?  
( ) **SIM** ( ) **NÃO**
7. Você tem mais de 65 anos de idade e não está acostumado a exercícios intensos?  
( ) **SIM** ( ) **NÃO**

### 1. Um médico já disse que você tinha alguns dos problemas que se seguem?

- |  |                        |
|--|------------------------|
| _____ Doença cardíaca coronariana      | _____ Ataque cardíaco  |
| _____ Doença cardíaca reumática        | _____ Derrame cerebral |
| _____ Doença cardíaca congênita        | _____ Epilepsia        |
| _____ Batimentos cardíacos irregulares | _____ Diabetes         |
| _____ Problemas nas válvulas cardíacas | _____ Hipertensão      |
| _____ Murmúrios cardíacos              | _____ Câncer           |
| _____ Angina                           |                        |



Por favor, explique:

\_\_\_\_\_

**2. Você tem algum dos sintomas abaixo?**

- \_\_\_\_\_ Dor nas costas  
 \_\_\_\_\_ Dor nas articulações, tendões ou músculo  
 \_\_\_\_\_ Doença pulmonar (asma, enfisema, outra)

Por favor, explique: \_\_\_\_\_

**3. Liste os medicamentos que você está tomando (nome e motivo)**

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**4. Algum parente próximo (pai, mãe, irmão ou irmã) teve ataque cardíaco ou outro problema relacionado com o coração antes dos 50 anos?** \_\_\_\_\_ não \_\_\_\_\_ sim

**5. Algum médico disse que você tinha alguma restrição à prática de atividade física (inclusive cirurgia)?** ( ) Não ( ) Sim

Por favor, explique: \_\_\_\_\_

**6. Você está grávida?** ( ) Não ( ) Sim

**7. Você fuma?** ( ) Não ( ) Sim  
 \_\_\_\_\_ cigarros por dia \_\_\_\_\_ charutos por dia \_\_\_\_\_ cachimbos por dia.

**8. Você ingere bebidas alcoólicas?** ( ) Não ( ) Sim  
 \_\_\_\_\_ 0-2 doses/semana \_\_\_\_\_ 3-14 doses/semana \_\_\_\_\_ mais de 14 doses/semana

Nota: uma dose é igual a 28,3g de licor forte (cálice de licor), 169,8g de vinho (taça de vinho), ou 339,6g de cerveja (caneca de chope)

**9. Atualmente você tem se exercitado pelo menos 2 vezes por semana, por pelo menos 20 minutos?**

( ) Não ( ) Sim

A. Se sim, por favor, especifique:

\_\_\_\_\_ corrida \_\_\_\_\_ esporte de raquete  
 \_\_\_\_\_ caminhada vigorosa \_\_\_\_\_ ski  
 \_\_\_\_\_ bicicleta \_\_\_\_\_ levantamento de peso  
 \_\_\_\_\_ aeróbica \_\_\_\_\_ natação  
 \_\_\_\_\_ outro (especifique) \_\_\_\_\_

B. Total de minutos dispendidos em atividades aeróbias por semana:

\_\_\_\_\_ 40-60 minutos/semana  
 \_\_\_\_\_ 61-80 minutos/semana

\_\_\_\_\_ 81-100 minutos/semana  
 \_\_\_\_\_ 100 ou mais minutos/semana

**10. Você mediu sua taxa de colesterol no ano passado?**

\_\_\_\_\_ não  
 \_\_\_\_\_ sim – acima de 200  
 \_\_\_\_\_ sim – abaixo de 200  
 \_\_\_\_\_ sim – não sabe o valor

**11. Você come alimentos dos 4 maiores grupos alimentares (carne ou seus substitutos, vegetais, grãos, e leite ou seus derivados)?** ( ) Não ( ) Sim

**12. Sua dieta tem alto teor de gordura saturada?** ( ) Não ( ) Sim

**13. Desde os 21 anos, qual foi o maior e o menor peso que você já teve?**

\_\_\_\_\_ maior \_\_\_\_\_ menor \_\_\_\_\_ sem mudança

**14. Verifique a descrição que melhor representa a quantidade de estresse que você tem durante um dia normal:**

\_\_\_\_\_ sem estresse \_\_\_\_\_ estresse leve ocasional \_\_\_\_\_ estresse moderado freqüente  
 \_\_\_\_\_ estresse elevado freqüente \_\_\_\_\_ estresse elevado constante

**15. Quais são os seus objetivos ingressando em um grupo de promoção de saúde?**

_____ perder peso	_____ melhorar a aptidão cardiovascular
_____ melhorar a flexibilidade	_____ melhorar a condição muscular
_____ reduzir as dores nas costas	_____ reduzir o estresse
_____ parar de fumar	_____ diminuir o colesterol
_____ melhorar a nutrição	_____ sentir-se melhor
_____ outro (especifique) _____	

Declaro a precisão de todas as informações acima fornecidas, comprometendo-me a avisar este departamento em caso de alguma alteração que possa comprometer a prática das atividades físicas recomendadas.

Fortaleza, Ceará \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

---

**Assinatura do Participante**

**ANEXO B - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido****TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Você está sendo convidado (a) como voluntário (a) a participar da pesquisa que irá avaliar o efeito do treinamento de força sobre o estado nutricional e controle glicêmico de portadores de diabetes mellitus tipo 2.

O presente estudo corresponde ao trabalho de conclusão de curso do graduando Lucas Nogueira Paulo que realizará a condução da pesquisa. Confere-se o direito de recusar-se a participar ou retirar-se do estudo a qualquer momento, sem prejuízo ou justificativa.

Não existirão despesas ou compensações pessoais para o participante em qualquer fase do estudo, ou compensação financeira relacionada à sua participação. Os dados coletados serão usados somente para pesquisa e os resultados serão veiculados por meio de trabalho de conclusão de curso, artigos científicos em revistas especializadas e/ou congressos científicos, sem tornar possível a identificação dos voluntários.

Declaração da(o) participante: Eu, \_\_\_\_\_, CPF nº \_\_\_\_\_, declaro que tive disponibilidade suficiente para ler e entender as informações acima e que ficaram claros quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, as inconveniências, riscos, benefícios e as garantias de confidencialidade e sigilo. Ficou claro também que a minha participação é isenta de despesas e que tenho garantia do acesso aos resultados e de esclarecer minhas dúvidas a qualquer tempo. Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidade ou prejuízo ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido.

Em caso de dúvidas poderei entrar em contato com o graduando Lucas Nogueira Paulo no telefone (85) 9793-4260 ou com a coordenadora do estudo Profa. Dra. Luciana Catunda Brito no telefone (85) 9826-8000, ou, ainda, com o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Ceará.

---

Assinatura do participante

---

Data

---

Assinatura do pesquisador

---

Data