

**CENTRO UNIVERSITÁRIO CENTRAL PAULISTA  
CURSO DE EDUCAÇÃO FÍSICA**

**RAQUEL SILVA OLIVEIRA  
RAPHAEL DE ANDRADE**

**BENEFÍCIOS DO EXERCÍCIO RESISTIDO PARA O CONTROLE DA DIABETES:  
uma revisão da literatura**

**SÃO CARLOS  
2023**

**RAQUEL SILVA OLIVEIRA  
RAPHAEL DE ANDRADE**

**BENEFÍCIOS DO EXERCÍCIO RESISTIDO PARA O CONTROLE DA DIABETES:  
uma revisão da literatura**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no Centro Universitário Central Paulista, como requisito parcial da disciplina de TCC2, sob orientação do Prof. Dr. Fabiano Candido Ferreira.

**SÃO CARLOS  
2023**

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar agradecemos a Deus, fazendo que nossos objetivos fossem alcançados, durante todos os anos de estudos. Aos nossos familiares e amigos por todo o apoio sempre estando ao nosso lado, pela ajuda e motivação nos momentos difíceis, contribuindo para a realização deste trabalho.

Agradecemos ao Prof. Dr. Fabiano Candido Ferreira, por ter sido orientador e desempenhar tal função com dedicação, disponibilidade, paciência e ensinamentos transmitidos ao longo do processo da pesquisa e escrita, dando todo o auxílio necessário.

Aos professores, pelas correções e ensinamentos que nós permitiram apresentar um melhor desempenho no nosso processo de formação profissional ao longo do curso. Também, a instituição de ensino Centro Universitário Central Paulista que foi essencial no nosso processo de formação profissional, pela dedicação, proporcionando todas as ferramentas necessárias para o desenvolvimento deste trabalho e o aprendizado ao longo dos anos do curso.

E por fim agradecemos a todos aqueles que contribuíram de alguma forma, participando diretamente ou indiretamente do desenvolvimento deste trabalho de pesquisa, enriquecendo o processo de aprendizado.

## RESUMO

**Introdução:** Tendo em vista que a diabetes é uma das doenças mais presentes na sociedade afetando milhões de seres humanos e que aumenta o risco de outras doenças. **Objetivo:** identificar e destacar os benefícios do exercício físico no controle da diabetes, através de uma revisão da literatura. **Materiais e métodos:** pesquisa-se sobre os benefícios do exercício resistido no controle da Diabetes Mellitus do tipo 1 e tipo 2, utilizando de artigos encontrados na base de dados Google Acadêmico, SciELO e PubMed. **Resultado:** estudos demonstraram programas de treinamentos que são benéficos para o controle da diabetes utilizando do treinamento resistido, com isso demonstram o período deste treinamento e a sua intensidade. **Considerações finais:** os estudos demonstram que o exercício resistido auxilia na melhora dos valores glicêmicos e em vários outros parâmetros que repercutem positivamente no controle e combate da diabetes, como aumentar a massa magra, melhorar a sensibilidade a insulina, aumentar a força muscular, reduzir o tecido adiposo, diminuir e controlar a pressão arterial e prevenir a perda de massa óssea. Dessa forma a presente revisão considera que a prática regular de um adequado programa de exercício resistido prescrito por profissional de educação física, é uma estratégia não farmacológica eficiente no combate e prevenção do diabetes mellitus ao mesmo tempo em que melhora vários relacionados à saúde.

**Palavras-chave:** Diabetes, treinamento resistido, exercício resistido e controle.

## ABSTRACT

**Introduction:** Considering that diabetes is one of the most common diseases in society, affecting millions of human beings and increasing the risk of other diseases. **Objective:** to identify and highlight the benefits of physical exercise in controlling diabetes, through a literature review. **Materials and methods:** research on the benefits of resistance exercise in controlling type 1 and type 2 Diabetes Mellitus, using articles found in the Google Scholar, SciELO and PubMed databases. **Result:** studies have demonstrated training programs that are beneficial for controlling diabetes using resistance training, thus demonstrating the period of this training and its intensity. **Conclusion:** studies show that resistance exercise helps to improve glycemic values and several other parameters that have a positive impact on controlling and fighting diabetes, such as increasing lean mass, improving insulin sensitivity, increasing muscle strength, reducing adipose tissue, lowering and controlling blood pressure and preventing the loss of bone mass. This review therefore considers that the regular practice of a suitable resistance exercise program prescribed by a physical education professional is an efficient non-pharmacological strategy for combating and preventing diabetes mellitus, while at the same time improving a number of health-related factors.

**Key-words:** Diabetes, resistance training, resistance exercise and control.

## LISTAS DE QUADROS

pg.

**Quadro 1-** Resultados de pesquisas utilizando diferentes protocolos de treinamento resistido no combate à diabetes mellitus.....15

## SUMÁRIO

<b>LISTAS DE QUADROS</b> .....	6
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	4
<b>2 JUSTIFICATIVA</b> .....	5
<b>3 OBJETIVOS</b> .....	6
<b>4 METODOLOGIA</b> .....	7
<b>5 REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	8
<b>5.1 Diabetes mellitus: conceitos e classificação</b> .....	8
5.1.1 Diabetes mellitus do tipo 1 .....	8
5.1.2 Diabetes mellitus do tipo 2.....	8
5.1.3 Diabetes gestacional .....	9
5.1.4 Outros tipos de Diabetes.....	9
<b>5.2 Insulina e suas vias de sinalização</b> .....	9
<b>5.3 Exercício físico na diabetes mellitus</b> .....	11
<b>5.4 Treinamento resistido</b> .....	11
5.4.1 Treinamento resistido no combate à diabetes.....	12
5.4.2 Cuidados na prescrição de Exercício Resistido para diabéticos.....	13
5.4.3 Resultados de alguns protocolos de treinamento resistido no combate à Diabetes .....	15
<b>6. DISCUSSÃO</b> .....	20
<b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	23
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	24

## 1 INTRODUÇÃO

Sendo uma das doenças mais presentes na sociedade, a diabetes afeta milhões de seres humanos. De acordo com Boyko *et al.*, (2021) autores da International Diabetes Federation- IDF em 2021, 537 milhões pessoas no mundo são portadores de diabetes. Estima-se que até 2030 este número aumente para 643 milhões de pessoas e até 2045 aumente para 783 milhões de pessoas no mundo.

Zanatta *et al.*, (2014, p. 211), defini e traz os tipos de diabetes que existem:

O diabetes é uma doença característica do sistema endócrino, onde envolve uma glândula e um hormônio (pâncreas e a insulina), uma produção irregular ou falta de produção desse hormônio pode ocasionar a doença; existem três tipos de diabetes, o diabetes gestacional, o diabetes do tipo I e o diabetes do tipo II.

O exercício físico corretamente realizado dentro de um programa de treinamento pode melhorar as capacidades físicas gerais de pessoas saudáveis como de diabéticos (ZANATTA, *et al.*, 2014), uma vez que o exercício físico possui diversos benefícios que auxiliam no controle da diabetes como redução corporal, controle da glicemia e dos níveis sanguíneos de colesterol, redução da frequência cardíaca de repouso, entre outros.

## **2 JUSTIFICATIVA**

A diabetes é uma doença que aumenta o risco de várias outras doenças, desta forma o presente trabalho justifica-se por revisar os possíveis benefícios do exercício físico no combate desta doença.

### **3 OBJETIVOS**

Revisar a literatura sobre os benefícios do treinamento resistido no controle da diabetes.

#### **4 METODOLOGIA**

A presente revisão da literatura foi realizada nas bases de dados Google Acadêmico, SciELO e PubMed, utilizando o cruzamento das palavras chave: Diabetes, treinamento resistido, exercício resistido e controle, tanto em inglês e português restringindo-se a artigos publicados entre 2000 e 2023.

O cruzamento de dados inicial resultou em 6.746 artigos, a busca apresentou 6060 artigos na base de dados Google Acadêmico, 7 na Scielo e 679 no PubMed.

Destes 6.746 artigos, 6.623 foram excluídos após leitura dos títulos por não se enquadrarem ao objetivo deste trabalho, sendo selecionados para a leitura do resumo, 123 artigos.

Visando uma maior especificação do conhecimento, após leitura foram excluídos 95 artigos, pois não tiveram relação e relevância com o tema.

Desta forma, 28 artigos foram utilizados na presente revisão, sendo 8 artigos de intervenção utilizados na forma de quadro para avaliação de seus objetivos, metodologias e principais resultados.

## 5 REVISÃO DA LITERATURA

### 5.1 Diabetes mellitus: conceitos e classificação

O diabetes é uma doença característica do sistema endócrino, a qual envolve o pâncreas endócrino e o hormônio insulina, uma glândula e um hormônio (pâncreas e a insulina), pois uma produção irregular ou falta de produção desse hormônio pelas células beta pancreáticas pode ocasionar a diabetes, que podem ser de três tipos: o diabetes gestacional, o diabetes tipo 1 e o diabetes tipo 2 (ZANATTA *et al.*, 2014).

Segundo Gross *et al.*, (2002), o diabetes é uma doença metabólica caracterizada por hiperglicemia, resultante de defeitos na secreção de insulina ou de sua ação, tal doença apresenta sintomas como poliúria, polidipsia, perda de peso, polifagia e visão turva, podendo apresentar complicações agudas que podem levar a risco de vida.

Abaixo são descritos os três principais tipos de diabetes segundo a Federação Internacional de Diabetes (2015).

#### 5.1.1 Diabetes mellitus do tipo 1

A Diabetes Mellitus do tipo 1 (DM1) possui origem idiopática ou causada por uma reação autoimune, no qual o sistema de defesa do organismo ataca e promove falência das células beta das ilhotas de Langerhans, secretoras de insulina no pâncreas, de modo que o corpo não consiga produzir a insulina necessária (ANDRELLA; NERY, 2012).

Segundo Gross *et al.*, (2002), uma das consequências da perda das células betas é a deficiência absoluta da secreção da insulina, e devido a essa deficiência, os pacientes podem apresentar quadro de cetoacidose, uma vez que acabam catabolizando mais lipídeos por terem dificuldade no metabolismo da glicose. Embora essa doença possa afetar pessoas de qualquer idade, é mais comum em crianças e adultos jovens.

#### 5.1.2 Diabetes mellitus do tipo 2

Segundo o *International Diabetes Federation*, na Diabetes Mellitus tipo 2 (DM2), o corpo é capaz de produzir insulina, porém, os receptores de insulina tornam-se resistentes à interação com a insulina, o que promove ineficácia em sua

ação de promover a abertura de canais de glicose na célula (canais GLUT) o que gera consequentemente a hiperglicemia (CAVAN *et al.*, 2015).

Geralmente a DM2 ocorre em adultos e atinge cerca de 90% dos casos de diabetes (GROSS *et al.*, 2002). Embora as causas exatas do desenvolvimento de DM2 ainda não sejam totalmente conhecidas, existem fatores de risco que contribuem para o desenvolvimento de tal doença. Os fatores de risco comportamentais mais descritos são o excesso de peso, sedentarismo e má nutrição, além de fatores genéticos como etnia, históricos familiar entre outros (CAVAN *et al.*, 2015).

### 5.1.3 Diabetes gestacional

O Diabetes Gestacional caracteriza-se pela diminuição da tolerância aos carboidratos, em diferentes intensidades, detectada pela primeira vez durante a gravidez e geralmente desaparece após o parto. Os fatores de risco são semelhantes aos da DM2, incluindo a idade superior a 25 anos, ganho excessivo de peso na gravidez, hipertensão ou pré-eclâmpsia (GROSS *et al.*, 2002).

### 5.1.4 Outros tipos de Diabetes

Segundo o *International Diabetes Federation*, embora existam esses três tipos principais de diabetes, a doença apresenta outros tipos menos comuns (CAVAN *et al.*, 2015).

Neste sentido, a Sociedade Brasileira de Diabetes (RODACKI *et al.*, 2021), cita:

- Defeitos genéticos da função da célula beta;
- Defeitos genéticos da ação da insulina;
- Doenças do pâncreas exócrino;
- Associado a Endocrinopatias;
- Indução por drogas;
- Infecções;
- Formas incomuns de DM imunologicamente mediadas, além de outras síndromes genéticas associadas ao DM.

## 5.2 Insulina e suas vias de sinalização

A insulina é o hormônio anabólico essencial para a manutenção da homeostase de glicose que atua de maneira coordenada em eventos celulares que regulam os efeitos metabólicos e do crescimento (CARVALHEIRA; ZECCHIN;

SAAD, 2002). A síntese e secreção da insulina ocorrem em resposta ao aumento dos níveis circulantes de glicose e aminoácidos após as refeições, esse hormônio é secretado pelas células betas das ilhotas pancreáticas (PAULI *et al.*, 2009; CARVALHEIRA; ZACCHIN; SAAD, 2002).

De acordo com Pauli *et al.*, (2009), a insulina atua sobre vários tecidos periféricos, como fígado, músculo e tecido adiposo. Segundo Carvalheira; Zacchi e Saad (2002), a regulação da homeostase de glicose através da insulina combate à hiperglicemia ocorre pela ação conjunta de vários mecanismos: pela redução da produção hepática de glicose tanto pela diminuição da gliconeogênese quanto da glicogenólise, pelo aumento da captação periférica de glicose principalmente nos tecidos musculares e adiposos, lipogênese no fígado e nos adipócitos, pela redução da também reduz a lipólise, bem como pelo aumento da síntese e inibição da degradação proteica.

Habert *et al.*, (2001), afirmam que ação da insulina pode ser afetada de diversas maneiras, seja por estados fisiológicos ou fatores circulantes. Sendo assim fatores como a secreção ou administração em excesso de glicocorticóides, glucagon, catecolaminas e hormônio do crescimento vai induzir à resistência a insulina, afetando assim a sua ação.

A sinalização da insulina inicia com sua ligação a um receptor específico de membrana. O receptor de insulina é uma glicoproteína heterotetramérica constituída por duas subunidades  $\alpha$  e duas subunidades  $\beta$ . A subunidade alfa contém o sítio de ligação à insulina, enquanto que a subunidade beta é responsável pela transmissão de sinal e possui atividade tirosina - quinase (HABER *et al.*, 2009). Nesse sentido, Carvalheira; Zacchi e Saad (2002) descrevem que o receptor de insulina (IR) atua como uma enzima alostérica na qual as subunidades alfa inibem a atividade tirosina quinase das subunidades beta, e quando a insulina se liga às subunidades alfa, estas deixam de inibir a atividade das subunidades beta, ativando o IR.

Diante disso Pauli *et al.*, (2009), descrevem que após a ativação do IR, ocorre uma fosforilação em tirosina de diversos substratos, incluindo substratos do receptor de insulina 1 e 2 (IRS-1 E IRS-2). Em síntese, a fosforilação das proteínas IRS, cria sítio de ligação para outra proteína citosólica denominada fosfatidilinositol 3-quinase promovendo sua ativação. De modo que a ativação da PI3q aumenta a fosforilação em serina da proteína quinase B ativando - a, que por sua vez vai estimular a translocação dos canais transportadores de glicose do tipo 4 (GLUT-4) para

membrana celular no músculo e no tecido adiposo e permitir a entrada de glicose por difusão facilitada nestes tecidos. O mesmo processo ocorre em outros tecidos através de outros tipos de GLUT.

### 5.3 Exercício físico na diabetes mellitus

Quando se trata de insulina e exercício físico deve-se atentar se o aluno é ou não insulino dependente (portador de DM1 ou DM2), a orientação sobre o momento no qual esta pessoa fez a utilização da insulina é de extrema importância, pois durante o exercício pode ocorrer a ação da insulina causando mudanças níveis plasmáticas de glicose (PEREIRA *et al.*, 2022).

Durante o pico da ação insulina não deve ocorrer o exercício físico, assim evitando-se a soma dos efeitos hipoglicemiantes do exercício e da insulina. É ideal não aplicar a insulina na região muscular que será mais exigida e/ou reduzir a dose de insulina, consumir carboidratos antes e durante o treino (PEREIRA *et al.*, 2022).

“O exercício físico gera elevada absorção de glicose em indivíduos insulino-dependentes por até 48 horas” (WANG, 2013 apud PITANGA, 2019, p. 93). Portanto, a ação do exercício somada com a ação da insulina pode ocasionar uma hipoglicemia no indivíduo. Também é possível que o indivíduo tenha hiperglicemia devido à dosagem antes do exercício e a intensidade do treinamento. Portanto, é importante a medição da glicemia.

Em caso de hiperglicemia, se for cetona negativa > 300mg/dl e o aluno se sente bem, é realizado a atividade física, mas com cautela. Porém, se a glicemia for >250 mg/dl com cetose não deve fazer atividade física.

A hipoglicemia antes e durante o exercício tem 3 níveis ao medir a glicemia:

- Hipoglicemia leve 70 – 100 mg/dl;
- Hipoglicemia moderada 50 – 70 mg/dl;
- Hipoglicemia grave abaixo de 50 mg/dl.

Vale ressaltar que cada pessoa ingere determinada quantidade de insulina, ou seja, a redução de insulina irá variar de acordo com a duração do treinamento.

### 5.4 Treinamento resistido

O treinamento resistido, também conhecido como treinamento contra resistência, treinamento de força ou treinamento com pesos, vem sendo utilizado

para descrever um tipo de exercício que exige que a musculatura do corpo promova movimentos contra um equipamento, esse tipo de treinamento tornou-se uma das formas mais populares de exercício para melhorar a aptidão física de um indivíduo (FLECK; KRAEMER, 2006).

De acordo com Fleck e Kraemer (2006), os indivíduos que procuram praticar um programa de treinamento resistido esperam que ele produza benefícios, como o aumento de força, aumento de massa magra, diminuição da gordura corporal e a melhora do desempenho físico em atividades esportivas e da vida diária.

Recomendações para o treinamento resistido contendo: tipo, intensidade, duração, frequência e progressão.

- Tipo: máquinas, pesos livres, bandas de força e/ou peso corporal;
- Intensidade: moderada até 15 repetições e alta de 6 - 8 repetições;
- Duração: de 8 a 10 exercícios, 10 – 15 repetições e 3 séries;
- Frequência: de preferência no mínimo 3 vezes por semana;
- Progressão: inicialmente intensidade leve ou moderada de acordo com o aluno, progredindo gradativamente a carga diminuindo as repetições, podendo inserir mais séries e aumento na frequência de treinamento.

Importante frisar que cada pessoa tem sua especificidade, cada treinamento deve ser periodizado de acordo com os objetivos traçados juntamente com o profissional e aluno. Com isso, o treinamento irá ser montado de acordo com o objetivo. No caso de pessoas portadoras de diabetes é necessário cuidado e conhecimento para que haja benefícios na saúde e na qualidade de vida.

#### 5.4.1 Treinamento resistido no combate à diabetes

O treinamento resistido através do treinamento voltado para aumento da força pode ter benefícios em portadores de Diabetes de Mellitus tipo 1 e tipo 2 uma vez que auxilia na ação da insulina e controle glicêmico (PITANGA, 2019).

Programas de treinamento resistido superiores a 12 semanas resultam em uma redução de 0,8% na HbAc1, em comparação com apenas 0,4% para os programas com menor duração (SNOWLING; HOPKINS, 2006, apud MAIRINCK *et al.*, 2013). A Hemoglobina glicada (HbAc1), é um complexo formado pela ligação da glicose à hemoglobina, sendo um processo lento, contínuo e irreversível. Está ligação acontece a partir de uma reação irreversível e não enzimática entre a glicose

e o aminoácido Valina na porção N – terminal na cadeia  $\beta$  de hemoglobina (FARRAPO, 2021).

De acordo com Mairinck *et al.*, (2013) o efeito do treinamento resistido no controle glicêmico acontece devido ao aumento da captação da glicose sanguínea durante a ativação muscular, seja na presença de insulina como na DM2 ou na ausência de insulina como na DM1. Portanto, há uma estimulação conjunta do sistema nervoso simpático e do sistema endócrino, resultando na absorção da glicose sanguínea através da ativação muscular ao mesmo tempo em que se estimula a liberação hepática de glicose através da gliconeogênese e da glicogenólise.

Na DM1 ainda não está comprovado todos e quais benefícios acontecem durante a prática deste treinamento, entretanto, segundo Yardley *et al.*, (2013), o treinamento de força pode ajudar a minimizar o risco de hipoglicemia induzida pelo treino em diabéticos do tipo 1.

Em indivíduos com DM2, o treinamento de força promove melhoras no controle da glicemia, da resistência insulina, da massa gorda, da pressão arterial, aumento de força e de massa corporal magra e melhora da ação da insulina (BACCHI *et al.*, 2013). Segundo Pitanga (2019) é possível aumentar de 2 a 7 vezes a utilização da glicose no músculo treinado, em comparação com um músculo não treinado.

#### 5.4.2 Cuidados na prescrição de Exercício Resistido para diabéticos

Segundo Pitanga (2019), devemos ter alguns cuidados antes, durante e depois do exercício resistido, sendo alguns deles citados abaixo:

- Se o aluno tem autorização médica para praticar atividade física;
- Realizar exames médicos (coleta de sangue, por exemplo) e retorno ao médico em determinados períodos;
- Ingestão de alimentos antes (caso de glicemia > 100 mg/DL) e durante (se durar mais de 60 minutos e a insulina não for reduzida a 50%) o treino se necessário para evitar hipoglicemia;
- Aparelho próprio e calibrado para a medição de glicemia;
- Medição da glicemia antes, durante e pós treino;

- Conversar com o aluno se faz o uso do medicamento e/ou insulina antes do treino e qual horário;
- Não injetar insulina próxima aos locais dos músculos que serão utilizados;
- Aumentar intensidade e volume progressivamente;
- Ter os dados dos treinos, alimentação, medicações, consumo de insulina e dosagem da glicemia;
- Não realizar o treinamento durante o pico de insulina;
- Consumo de carboidratos antes, durante e pós treino em excesso, pode ocasionar em hiperglicemia devido a redução da insulina;
- Diabéticos com risco cardíacos devem evitar esforço na fase concêntrica, evitando o bloqueio da respiração para não ocorrer elevação da pressão arterial;
- Hidratação.

Lembrando que cada indivíduo tem cuidados específicos, além dos cuidados gerais. Cabe ao profissional estar ciente de cada dificuldade para evitar problemas que possam acontecer antes, durante e depois devido ao treinamento.

### 5.4.3 Resultados de alguns protocolos de treinamento resistido no combate à Diabetes

O Quadro 1 exibe artigos com diferentes objetivos, protocolos de treinamento resistido em portadores de Diabetes Mellitus e os principais resultados destes protocolos, com o objetivo de identificar e destacar os benefícios de diferentes protocolos utilizados no controle da doença.

Quadro 1. Resultados de pesquisas utilizando diferentes protocolos de treinamento resistido no combate à diabetes mellitus.

Autor	Artigo	Objetivo	Protocolo de treinamento	Resultado
Dutra e Rodrigues (2018)	Análise de influência do treinamento resistido nas variáveis morfológicas e bioquímicas em um indivíduo com diabetes tipo 1: estudo de caso.	Verificar a influência do treinamento resistido nas variáveis morfológicas e bioquímicas em um indivíduo com diabetes tipo 1.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5 vezes por semana;</li> <li>• Durante 8 semanas;</li> <li>• Duração de 60 minutos:               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 10 minutos de aquecimento aeróbio;</li> <li>○ 40 minutos do treino principal;</li> <li>○ 10 minutos de alongamento ao final do treino dos principais grupos musculares.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O treinamento proposto não foi o suficiente para promover alterações mais relevantes nas variáveis morfológicas e bioquímicas na voluntária portadora de Diabetes Mellitus tipo 1.</li> </ul>
Oliveira (2016)	Efeitos agudos do exercício resistido com predominância em resistidos em diabéticos tipo 1 e 2.	Verificar o efeito agudo do exercício resistido sobre a glicemia de pessoas portadoras de diabetes tipo 1 e 2.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alongamento inicial;</li> <li>• Musculação (exercícios para membros inferiores, superiores e CORE);</li> <li>• Alongamento final;</li> <li>• Utilizaram os testes T de Student e F de Snedecor, ambos com nível de significância de 5%.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Redução de 29 mg/dl na glicemia média do grupo treinado;</li> <li>• O grupo submetido ao protocolo se tornou mais homogêneo em relação aos valores de glicemia, tornando-se mais próximo aos valores normais de referência.</li> </ul>

Ferreira; Mobel; Braga (2008)	Alterações glicêmicas agudas em diabéticos tipo 1, após uma sessão de exercícios resistidos	Verificar as alterações glicêmicas após uma sessão de exercícios resistidos em portadores de DM1. Se elas são benéficas para os portadores, através da diminuição da glicemia, e se são significantes.	Os exercícios da sessão foram prescritos a 65% de uma repetição máxima (1RM) através de protocolo sugerido por Bompa (2001). Os exercícios utilizados foram: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Puxada alta, cadeira extensora, supino reto guiado, leg press, mesa flexora, rosca bíceps direta, flexão plantar em pé e tríceps na polia alta;</li> <li>• 3 séries para cada exercício com 10-12 repetições;</li> <li>• No total foram 6 sessões e a coleta de dados foi no local utilizado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Os resultados indicam que a queda aguda na glicemia pode auxiliar os diabéticos tipo 1 no controle glicêmico.</li> </ul>
Heise <i>et al.</i> (2018)	O treinamento de resistência melhora a função muscular e os riscos cardiometabólicos, mas não a qualidade de vida em idosos com diabetes mellitus tipo 2: um ensaio clínico randomizado.	Investigar os efeitos de 12 semanas de treinamento resistido (TR) na função muscular, desempenho físico, riscos cardiometabólicos e qualidade de vida em idosos com DM2.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 8 exercícios de TR;</li> <li>• 3 séries de 8 a 12 repetições a 75% de 1 repetição máxima (1-RM);</li> <li>• 3 vezes por semana durante;</li> <li>• 12 semanas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Após 12 semanas pressão arterial sistólica de repouso significativamente menor (em -12,1 mm Hg, P = 0,036);</li> <li>• Diminuição da circunferência da cintura, níveis de glicemia de jejum e o pico de pressão arterial diastólica;</li> <li>• Promoveu melhora na função muscular e alívio dos riscos cardiometabólicos em pessoas com DM2 com 65 anos ou mais.</li> </ul>

<p>Ferreira <i>et al.</i> (2017)</p>	<p>Circuito de treinamento resistido (CRT) em mulheres com peso normal e síndrome de obesidade: Composição corporal, parâmetros cardiometabólicos, e ecocardiográficos e aptidão cardiovascular e muscular esquelética.</p>	<p>O objetivo foi avaliar se o CTR promove a melhora da composição corporal, tamanho e função coração, parâmetros cardiometabólicos, cardiorrespiratórios, cardiovasculares, além da aptidão física muscular esquelética em mulheres com o peso normal.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 23 mulheres obesas com peso normal com idades entre 30 – 45 anos;</li> <li>• 10 mulheres realizaram o CTR durante 10 semanas;</li> <li>• 3 vezes por semana.</li> <li>• Foram 9 estações para diferentes grupos musculares; <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Aquecimento 15 – 20 repetições máximas em 3 exercícios;</li> <li>○ 2 séries com intervalo de 1 minutos. Na primeira seria 10 – 12 RM e na segunda série acima de 8 RM.</li> </ul> </li> </ul>	<p>Utilizando o método circuito ao final das semanas de treino obteve os resultados:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Redução do percentual de gordura;</li> <li>• Melhora da capacidade muscular esquelética;</li> <li>• Redução da glicemia de jejum;</li> <li>• Redução do duplo produto durante o repouso e nas cargas relativas ao limiar anaeróbio e ao consumo máximo de oxigênio durante teste em cicloergômetro.</li> </ul>
<p>Souza; Santos; Pardono (2014)</p>	<p>Redução da glicemia através do exercício resistido de alta intensidade em indivíduos com diabetes mellitus tipo 2.</p>	<p>O objetivo deste estudo foi o de avaliar a redução glicêmica ocasionada pelo exercício resistido de alta intensidade em diabéticos tipo 2.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Protocolo de exercício resistido a 75% da carga máxima;</li> <li>• Com 5 minutos de alongamento e 5 minutos de aquecimento;</li> <li>• Execução dos exercícios do protocolo com 2 sets e 20 repetições cada, porém sem carga, apenas para os músculos motores primários (peito, costa e pernas);</li> <li>• Sessão de 24 minutos do exercício resistido com 3 séries de 10 repetições e 1 minuto de intervalo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Redução glicêmica de comparando valores pré e pós no mesmo grupo (pré 135,6±11,70 vs pós 128,9±10,80 mg/dl; p&lt;0,001).</li> </ul>

De Souza <i>et al.</i> (2013)	Efeitos do treinamento resistido nas respostas sanguíneas, composição corporal e taxa metabólica basal em diabéticos tipo II.	Verificar os efeitos de 12 semanas de TR nas respostas sanguíneas, na composição corporal e na taxa metabólica basal (TMB) e verificar as suas associações.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 12 semanas de treinamento;</li> <li>• 10 exercícios;</li> <li>• 3 séries de 12 -RM;</li> <li>• Intervalo de 2 minutos entre séries;</li> <li>• 3 por semana em dias alternados;</li> <li>• com no mínimo 48 horas de intervalo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observaram-se reduções significativas na leptina, massa corporal, IMC, percentual de gordura e massa gorda;</li> <li>• Uma correlação positiva da leptina vs. IMC, % de gordura vs. Peso gordo antes e depois do treinamento; e com a insulina, após o treinamento;</li> <li>• Taxa metabólica basal correlacionou-se positivamente com o IMC, % de gordura, peso gordo e massa magra, antes e depois do treinamento.</li> </ul>
Cambri; Santos (2006)	Influência dos exercícios resistidos com pesos em diabéticos tipo 2.	Verificar o efeito de um programa exercícios resistidos com pesos na composição corporal e hemoglobina glicada em diabéticos tipo 2, e o efeito agudo sobre a glicemia capilar.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 12 semanas, divididas em fases;</li> <li>• Fase de adaptação 1 série de 15 – 20 repetições e 10 exercícios;</li> <li>• Fases seguintes aumentou para 2 séries, em seguida 3 séries com 12 – 15 repetições;</li> <li>• Intervalo entre série de 1 minuto;</li> <li>• Execução com velocidade média e amplitude de acordo com o avaliado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Efeitos positivos na composição corporal e glicemia capilar;</li> <li>• Possível redução na hemoglobina glicada em longo prazo devido ao aumento da massa corporal magra, com isso aumentará a captação de glicose tanto em repouso quanto durante o exercício.</li> </ul>

## 6. DISCUSSÃO

Esta revisão propôs-se identificar e destacar os benefícios do exercício resistido no controle da diabetes mellitus. Estudos apontam o exercício resistido como ferramenta não farmacológica que visa manter e melhorar algumas condições físicas do indivíduo portador de diabetes, proporcionando melhoras da composição corporal, força muscular, mas principalmente favorecendo a melhor utilização da glicose.

Dutra e Rodrigues (2018), em seu estudo buscaram verificar a influência do treinamento resistido nas variáveis morfológicas e bioquímicas em um indivíduo com diabetes tipo 1, utilizando um período de 8 semanas, com 60 minutos de duração por cinco vezes na semana, e constataram resultados positivos para o controle glicêmico, com redução no nível da glicemia, porém não foi suficiente para promover grandes e benéficas alterações nas variáveis morfológicas e bioquímicas, não resultou em redução de peso corporal, nos níveis de HDL, LDL, colesterol total, vitamina D e cálcio.

O estudo corrobora com Ferreira, Morel e Braga (2008), que utilizaram para este estudo seis homens diabéticos tipo 1, com  $38,7 \pm 2,3$  anos, IMC  $24,2 \pm 1,5$  kg/m<sup>2</sup>, percentual de gordura de  $23,8 \pm 2,8\%$ , hemoglobina glicosilada  $9 \pm 0,7\%$  e  $17,2 \pm 2,3$  anos de diagnóstico de DM1, com o objetivo de analisar as alterações químicas após uma única sessão de exercício resistido. O estudo demonstrou que após a sessão a 65% de 1RM, coletando a glicemia em jejum com ingestão de 70 gramas de carboidratos com índice glicêmico de 75, com repouso de 40 minutos para a estabilização da glicemia no local houve uma queda na glicemia. Portanto o estudo demonstrou que essa queda aguda pode auxiliar os diabéticos tipo 1 no controle glicêmico.

No estudo realizado por Oliveira (2016), verificou-se o efeito agudo do exercício resistido sobre a glicemia em indivíduos diabéticos do tipo 1 ou tipo 2. As sessões foram compostas inicialmente com alongamento, musculação composta de exercício para membros superiores, inferiores, core e alongamento ao final. Com duração de 2 horas, sendo de 20 a 30 minutos de alongamento e de 30 a 40 minutos de exercício resistido, três vezes por semana. Ao final do estudo foi possível observar que o exercício resistido reduziu de forma aguda a glicemia em pessoas portadoras de diabetes mellitus.

Cambri e Santos (2006), em seus estudos concluíram que o exercício resistido resultou em uma redução de aproximadamente 19,9% na glicemia capilar após as sessões de treinamento. Corroborando esses dados Véras *et al.*, (2015) em seu estudo também constataram que o exercício resistido produz efeito agudo na redução da glicemia pós exercício contribuindo assim para o controle da diabetes. Embora os estudos apontaram a eficácia do exercício resistido no controle e tratamento da diabetes, na literatura ainda há poucas informações em relação aos efeitos do treinamento resistido para diabéticos tipo 1.

Souza; Santos e Pardono (2014) tiveram como objetivo em seu estudo avaliar a redução glicêmica ocasionada pelo exercício resistido de alta intensidade em diabéticos tipo 2. O protocolo foi de 5 minutos de alongamento e 5 minutos de aquecimento, além de executar o protocolo de treino com 2 séries de 20 repetições cada sem utilização de carga, apenas para músculos motores primários (peito, costa e pernas), em seguida a parte principal do treino com uma sessão aguda de 24 minutos de exercício resistido, com 3 séries de 10 repetições e intervalo de 1 minuto com 75% da carga máxima. Velocidade de contração de 2 segundos na fase excêntrica e concêntrica. Quando comparado o pré e o pós exercício no mesmo grupo foi achado uma significativa redução da glicemia de jejum de  $135,6 \pm 11,70$  no pré para  $128,9 \pm 10,80$  mg/dl no pós.

Souza e Navarro (2013) realizaram uma revisão da literatura coletando dados de diversos artigos que utilizaram programas de treinamento com diferentes intensidades. No total foram 10 artigos em que 5 estudos utilizaram exercícios de alta intensidade, 3 estudos intensidade moderada e alta, 1 estudo intensidade moderada e 1 estudo utilizou as três intensidades. Todos apresentaram maior controle glicêmico, além disso, os benefícios mais comuns foram maior controle da glicemia e controle da pressão arterial. Entretanto, os autores afirmam que deve ser prescrito uma periodização em macro, meso e micro ciclos, para que as intensidades sejam variadas visando alcançar os objetivos. Mas reafirmam que o exercício físico de alta intensidade ocasiona maiores benefícios para portadores de DM2.

De Souza *et al.* (2013), verificou os efeitos do treinamento resistido em 12 semanas nas respostas sanguíneas, na composição corporal e na taxa metabólica basal (TBM) e as suas associações. Nas 12 semanas de treinamento foram 10 exercícios, 3 séries, 12 repetições máximas, 2 minutos de intervalo entre série e 3 vezes na semana em dias alternados com no mínimo 48 horas de intervalo. Os

resultados observados foram reduções significativas na leptina, massa corporal, IMC, percentual de gordura e massa gorda e uma correlação da leptina vs. IMC, % de gordura vs. peso gordo antes e depois do treinamento; e com a insulina, após o treinamento. A TMB correlacionou-se com o IMC, % de gordura, peso gordo e massa magra, antes e depois do treinamento.

Corroborando em um estudo mais recente Heise *et al.*, (2018), realizaram um estudo com trinta pessoas de 65 anos ou mais que são diabéticos tipo 2. Foram subdivididas em grupos no intuito de realizar 8 exercícios de TR, 3 séries com 8 a 12 repetições e 75% de 1 repetição máxima, 3 vezes por semana em um período de 12 semanas, no início (semana 0) realizaram testes e na semana 12 realizaram novamente os mesmos testes. Após, os períodos do treinamento observaram os resultados em que o grupo apresentou redução da pressão sistólica em repouso (-12,1 mm Hg,  $P = 0,036$ ), além da diminuição da circunferência da cintura, dos níveis de glicemia de jejum e o pico da pressão arterial diabólica. A função muscular e a prevenção de riscos cardiometabólicos em pessoas com DM2 também apresentaram melhoras.

Ferreira *et al.*, (2017), corroboram com estudos utilizando o método de circuito com treinamento resistido (CRT). A pesquisa contou com 23 mulheres obesas com peso normal com idades entre 30 – 45 anos, 10 realizaram CRT e 13 não realizaram o treinamento. O protocolo de treinamento prescrito durante 10 semanas, intercalando 3 vezes por semanas (segunda, quarta e sexta), com duas voltas no circuito realizando séries de 8 a 12 repetições até a falha concêntrica. Ao final das 10 semanas realizaram os mesmos testes e chegaram a conclusão dos benefícios e redução da porcentagem de gordura corporal, melhora nas capacidades fisiológicas como cardiovascular, cardiorrespiratória, aptidão física do músculo esquelético e redução e controle da glicemia em jejum, com isso diminuindo riscos de doenças ocasionadas pela obesidade.

## **7. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Vários autores mostraram que o exercício resistido auxilia na melhora dos valores glicêmicos e em vários parâmetros que repercutem positivamente no controle e combate da diabetes, como aumentar a massa magra, melhorar a sensibilidade a insulina, aumentar a força muscular, reduzir o tecido adiposo, diminuir e controlar a pressão arterial e prevenir a perda de massa óssea.

Dessa forma a presente revisão considera que o exercício resistido é uma estratégia não farmacológica eficiente no combate e prevenção do diabetes mellitus tipo 1 e do tipo 2, ao mesmo tempo em que melhora vários fatores citados acima relacionados à saúde.

Entretanto, as pesquisas sobre o efeito do treinamento resistido na diabetes tipo 1 ainda são escassa quando comparada aos estudos dos efeitos desse treinamento na diabetes do tipo 2. Dessa forma, sugere-se novos estudos a fim de se chegar a um consenso quanto aos benefícios dos exercícios resistidos na diabetes tipo 1.

Como os artigos aqui pesquisados utilizaram protocolos bem estruturados de treinamento resistido, consideramos que os exercícios devam ser prescritos e orientados por um profissional de educação física, bem como ser praticado regularmente para que os benefícios ocorram de forma eficaz.

## REFERÊNCIAS

- ANDRELLA; N.; NERY, S. S. Treinamento resistido para populações especiais: relação entre benefícios e agravo patológico. 201. **Revista Funec Científica – multidisciplinar**, v. 1, n. 2, 2012.
- BACCHI, E. NEGRI, C.; FARGHER, G.; FACCIOLI, N.; LANZA, M.; ZOPPINI, G.; ZANOLIN, E.; SCHENA, F.; BONORA, E.; MOGUETTI, P. Both resistance training and aerobic training reduce hepatic fat content in type 2 diabetic subjects with nonalcoholic fatty liver disease (the RAED2 Randomized Trial). **Journal of Hepatology**, v. 58, p.1287–1295, 2013.
- BOYKO, E. J.; MAGLIANO, D. J.; KARURANGA, S.; PIEMONTE, L.; RILEY, P.; SAEEDI, P.; SUN, H. **Internacional Diabetes Federation**. Diabetes Atlas. 2021. Disponível em: <https://diabetesatlas.org/atlas/tenth-edition/>. Acesso em: 18/10/2023.
- CAMBRI, L.T.; D. SANTOS, D. L. Influência dos exercícios resistidos com pesos em diabéticos tipo 2. **Motriz. Journal of Physical Education UNESP**, p. 33-41, 2006.
- CARVALHEIRA, J. B. C; ZECCHIN, H. G.; Saad, M. J. A. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**; 46 (4): 419-425, ago. 2002.
- CAVAN, D.; FERNANDES, J. R.; MAKAROFF, L.; OGURTSOVA, K.; WEBBER, S. **International Diabetes Federation**. Diabetes Atlas. 2015. Disponível em: <https://diabetesatlas.org/atlas/seventh-edition/>. Acesso em: 19/09/2023.
- DE SOUSA, R. A. L.; SANTOS, N. V. S.; PARDONO, E. Redução da glicemia através de exercício resistido de alta intensidade em indivíduos com Diabetes Mellitus tipo 2. **RBPFEEX – Revista Brasileira De Prescrição E Fisiologia Do Exercício**, v.8, n. 50, 2014.
- DUTRA, P. T. B.; RODRIGUES, V. D. Análise da influência do treinamento resistido nas variáveis morfológicas e bioquímicas em um indivíduo com diabetes do tipo 1: um estudo de caso. **Revista Multitexto**, v. 6, n. 2, 2018.
- FARRAPO, J. S. T. Prospecção tecnológica e científica de testes rápidos para hemoglobina glicada (HbA<sub>1c</sub>). **Universidade de Brasília - UnB**, Brasília, 2021.
- FERREIRA, B. E.; MOREL, E.A.; BRAGA, P. H. A. Alterações glicêmicas agudas em diabéticos tipo 1 após uma sessão de exercícios resistidos. **EFDeportes**, Buenos Aires, v. 13, n. 120, p. 1, 2008.
- FERREIRA, F. C.; BERTUCCI, D. R.; BARBOSA, M. R.; NUNES, J. E.; BOTERO, J. P.; RODRIGUES, M. F.; SHIGUEMOTO, G. E.; SANTORO, V.; VERZOLA, A. C.; NONAKA, R. O.; VERZOLA, R. M.; BALDISSERA, V.; PEREZ, S. E. Circuit resistance training in women with normal weight obesity syndrome: body composition cardiometabolic and echocardiographic parameters, and cardiovascular and skeletal muscle fitness. **The journal of sports medicine and physical fitness**, v. 50, n. 7-8, 2017.

FLECK, S. J.; KRAEMER, W. J. Fundamentos do treinamento de força muscular. 3.ed. Porto Alegre: **Artmed**, 2006.

GROSS, J. L. SILVERIO, S. P.; CAMARGO, J. L.; REICHEL, A. J.; AZEVEDO, M. J. Diabetes Mellito: Diagnóstico, Classificação e Avaliação do Controle Glicêmico. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v. 46, n. 1, p. 16-26, 2002.

HABER, E.; CURI R.; CARVALHO, C. R. O.; CARPINELLI, A. R. Secreção da insulina: efeito autócrino da insulina e modulação por ácidos graxos. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v. 45, p. 219-227, 2001.

HSIEH, P. L.; TSENG, C. H.; TSENG, Y. J.; YANG, W. S. Resistance Training Improves Muscle Function and Cardiometabolic Risks But Not Quality of Life in Older People With Type 2 Diabetes Mellitus: A Randomized Controlled Trial, **Journal of Geriatric Physical Therapy**, April/June 2018 -Volume 41 -Issue 2 -p 65-76 doi: 10.1519/JPT.000000000000107.

MAIRINCK, R. S.; BAIA, D. P.; SOUSA, N. M. F. Efeitos agudos e crônicos no exercício resistido no controle glicêmico em indivíduos com diabetes mellitus. **Revista Brasileira de Reabilitação e Atividade Física**, Vitória, v. 2, n. 1, 2013.

MARTINS, D. M. Exercício Físico no controle do Diabetes Mellitus. Guarulhos, SP: **Phorte editora**, 2000.

OLIVEIRA, M.A. Efeitos agudos do exercício com predominância em resistido em portadores de diabetes tipos 1 e 2. **Universidade de Brasília – UnB**, Brasília, 2016.

PAULI, J. R.; CINTRA, D. E.; SOUZA, C. T.; ROPELLE, E. R. Novos mecanismos pelos quais o exercício físico melhora a resistência à insulina no músculo esquelético. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v. 53, p. 399-408, 2009.

PEREIRA, W. V. C.; VANCEA, D. M. M.; OLIVEIRA, R. A.; FREITAS, Y. G. P. C.; LAMOUNIER, R. N.; ZAGURY, R. L.; BERTOLUCI, M. Atividade física e exercício no DM1. **Diretriz Oficial da Sociedade Brasileira de Diabetes (2022)**. DOI:10.29327/557753.2022-6, ISBN: 978-85-5722-906-8.

PITANGA, F. J. G. Orientações para avaliação e prescrição de exercícios físicos direcionados à saúde. São Paulo: **Malorgio Studio**, 2019.

RAMALHO, A. C. R.; SOARES, S.O Papel do Exercício no Tratamento do Diabetes Mellito Tipo 1. Artigo de revisão. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**. v.52, n.02, p. 260-267, 2008.

RODACKI, M.; TELES, M.; GABBAY, M.; MONTENEGRO, R.; BERTOLUCI, M. Classificação do diabetes. **Diretriz Oficial da Sociedade Brasileira de Diabetes (2023)**. DOI: 10.29327/557753.2022-1, ISBN: 978-85-5722-906-8.

SOUSA, M. S. S. R.; SOUSA, J. M.; SARAIVA, A.; BENTES, C. M.; MIRANDA, H. L.; NOVAES, J. S. Efeitos do treinamento resistido nas respostas sanguíneas, composição corporal e taxa metabólica basal em diabéticos tipo II. **ConScientiae Saúde**, v. 12, n. 1, p. 45-54, 2013.

SOUZA, R. A. L.; NAVARRO, F. Breve relato da diabetes tipo II e sua relação com o metabolismo de lipídeos, o exercício resistido e os efeitos deste: quebrando dogmas. **RBPFEEX - Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v. 7, n. 42, 2013.

VÉRAS, M. L. V.; SILVA, V. G.; NASCIMENTO, R. A.; RODRIGUES, J. D. Efeito agudo do treinamento resistido em idoso diabético: estudo de caso. **CIEH**, 4, 22, 2015.

YARDLEY, J.J.E.; KENNY, G.P.; PERKINS, B. A.; RIDDELL, M. C.; BALAA, N.; MALCOLM, J.; BOULAY, P.; KHANDWALA, F.; SIGAL, R. J. Resistance versus aerobic exercise: acute effects on glycemia in type 1 diabetes. **Diabetes Care**, v. 36, p. 537–542, 2013.

ZABAGLIA, R. A.; URTADO, C. O.; SOUZA, C. B.; SOUZA, T. M. F. Efeito dos Exercícios Resistidos em Portadores de Diabetes Mellitus. **RBPFEEX - Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, São Paulo, v.3, n.18, p.547-558.

ZANATA, E. A.; AVARRO, F.; GREATTI, V. R. A importância da prática do exercício físico para portadores de Diabetes Mellitus: uma revisão crítica. **SALUSVITA**, Bauru, v. 33, n. 2, p. 209-222, 2014.