
EDUCAÇÃO FÍSICA

EDUARDO CALORI MATUSHITA

**EFEITO DO TREINAMENTO RESISTIDO EM DIABÉTICOS:
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Rio Claro - SP
2025



EDUARDO CALORI MATUSHITA

**EFEITO DO TREINAMENTO RESISTIDO EM DIABÉTICOS:
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Instituto de Biociências da
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita
Filho” - Câmpus de Rio Claro, para obtenção do grau
de Licenciado em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Gabarra de Oliveira

Rio Claro - SP
2025

C165e	Calori Matushita, Eduardo Efeito do treinamento resistido em diabéticos: revisão bibliográfica / Eduardo Calori Matushita. -- Rio Claro, 2025 23 p. Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura - Educação Física) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências, Rio Claro Orientador: Alexandre Gabarra de Oliveira 1. Exercício resistido. 2. Diabetes tipo 2. 3. Controle glicêmico. I. Título.
-------	--

EDUARDO CALORI MATUSHITA

EFEITO DO TREINAMENTO RESISTIDO EM DIABÉTICOS: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Instituto de Biociências – Câmpus de Rio Claro, da
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita
Filho”, para obtenção do grau de licenciado em
Educação Física

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Alexandre Gabarra de Oliveira
Prof. Dra. Camila Coelho Greco
Prof. Dr. Samuel de Souza Neto

Aprovado em: 05 de novembro de 2025

Assinatura do discente

Assinatura do orientador

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente à minha família, em especial os meus pais, minha avó e meu irmão, que foram a minha base de tudo e que estiveram comigo durante toda essa trajetória. O apoio, o amor e a força de vocês me sustentaram em cada etapa dessa caminhada, e sou eternamente grato por tudo o que fizeram por mim.

À minha namorada, minha parceira de todos os dias, também gostaria de deixar meu agradecimento. O seu apoio foi fundamental para que eu chegasse até aqui. Obrigado por me dar coragem, por me incentivar, por me trazer alegria e por acreditar. É por você, e com você, que encontro motivação para buscar um futuro melhor e cheio de conquistas.

Aos meus amigos, em especial à NS, que se tornaram minha segunda família. Agradeço pela amizade sincera, pelo apoio e pelo companheirismo durante todos esses anos, que tornaram essa caminhada muito mais leve e significativa.

Por fim, a todos que de alguma forma estiveram presentes nessa trajetória.

Efeito do treinamento resistido em diabéticos: revisão bibliográfica

RESUMO

O diabetes mellitus (DM) é uma doença crônica caracterizada pela resistência à insulina e pelo comprometimento da regulação glicêmica. O controle adequado da glicemia é essencial para evitar complicações metabólicas e cardiovasculares associadas à doença. Nesse contexto, o exercício resistido (ER) tem sido amplamente estudado como uma alternativa viável para o tratamento do DM, uma vez que contribui para a melhora da sensibilidade à insulina, o aumento da captação de glicose pelo músculo esquelético e a redução da glicemia basal. Além disso, o ER apresenta benefícios adicionais, como o aumento da força muscular e a melhora da composição corporal, sendo uma opção interessante para indivíduos idosos ou sedentários. Este estudo passará a compreender, através de uma revisão bibliográfica, sobre os efeitos do ER em pacientes diabéticos, analisando sua eficácia e os impactos fisiológicos no controle da doença. Para isso, será feita uma pesquisa baseada na literatura científica disponível nas bases de dados Scielo, PubMed e Google Acadêmico. A partir da análise dos estudos, espera-se reforçar a importância do ER como ferramenta complementar no controle do DM, destacando suas aplicações na prática clínica e sua segurança para diferentes perfis de pacientes.

Palavras-chave: Exercício resistido, Diabetes tipo 2, Controle glicêmico

Effect of Resistance Training for Diabetics: A Literature Review

ABSTRACT

Diabetes mellitus (DM) is a chronic disease characterized by insulin resistance and impaired glucose regulation. Proper blood sugar control is essential to prevent metabolic and cardiovascular complications associated with the disease. In this context, resistance exercise (RE) has been widely studied as a viable alternative for managing DM, as it contributes to improving insulin sensitivity, increasing glucose uptake by skeletal muscle, and reducing basal blood glucose levels. Additionally, RE offers further benefits such as increasing muscle strength and improving body composition, making it an appealing option for elderly or sedentary individuals who struggle with adherence to aerobic exercise. This study will aim to understand, through a literature review, the effects of RE on diabetic patients, analyzing its effectiveness and the physiological impacts on disease control. To do so, a search will be conducted using scientific literature available in the Scielo, PubMed, and Google Scholar databases. The analysis of these studies aims to reinforce the importance of RE as a complementary tool in DM management, highlighting its clinical applications and safety for various patient profiles.

Keywords: Resistance exercise, Diabetes, Glycemic control

LISTA DE ABREVIATURAS

1RM – Uma Repetição Máxima

AF – Atividade Física

AMPK – Proteína Quinase Ativada por AMP

cADPR – Cíclico ADP-ribose

CaMKII – Quinase II Dependente de Cálcio/Calmodulina

DM2 – Diabetes Mellitus Tipo 2

ER – Exercício Resistido

GLUT4 – Transportador de Glicose do Tipo 4

HbA1c – Hemoglobina Glicada

HOMA-IR – Modelo de Avaliação da Homeostase da Resistência à Insulina

IDF – International Diabetes Federation (Federação Internacional de Diabetes)

IP3 – Inositol Trifosfato

IR – Receptor de Insulina

IRS – Substrato do Receptor de Insulina

LDL – Lipoproteína de Baixa Densidade

MEF2 – Fator de Intensificação do Miocárdio 2

mTORC1 – Complexo 1 da Proteína Alvo da Rapamicina em Mamíferos

NAADP – Nicotinamida Adenina Dinucleotídeo Fosfato

OMS – Organização Mundial da Saúde

PDK – Proteína Dependente de Fosfatidilinositol Quinase

PI3K – Fosfatidilinositol 3-quinase

SESN – Sestrinas

TC – Colesterol Total

TG – Triglicerídeos

TBC1D1/TBC1D4 – Proteínas Ligadas à Família Rab GTPase

TR – Treinamento Resistido

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	5
2. OBJETIVO.....	7
4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	9
5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	10
5.1 DIABETES MELLITUS TIPO 2: ASPECTOS GERAIS.....	10
5.2 O EFEITO DO TREINAMENTO RESISTIDO NA VIA DE SINALIZAÇÃO DA INSULINA.....	11
5.3 TREINAMENTO RESISTIDO EM DIABÉTICOS.....	13
5.4 O IMPACTO DA INTENSIDADE DO TREINAMENTO RESISTIDO NOS NÍVEIS DO TREINAMENTO RESISTIDO NOS NÍVEIS DE HBA1C E INSULINA EM INDIVÍDUOS COM DIABETES TIPO 2.....	16
6. CONCLUSÃO.....	19
REFERÊNCIAS.....	21

1. INTRODUÇÃO

O diabetes mellitus tipo 2 (DM2) é uma condição crônica de saúde global, sendo uma das mais prevalentes da atualidade, representando um importante problema de saúde pública mundial, especialmente nos países em desenvolvimento (LIU et al., 2019). De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS) e a International Diabetes Federation (IDF), mais de 589 milhões de adultos vivem com diabetes no mundo, ou seja, 1 a cada 9 pessoas apresentam a doença. O Brasil está entre os dez países com maior número de casos, sendo cerca de 16,6 milhões de adultos com diabetes, estima-se que até 2050, o número de pessoas com diabetes mundo pode chegar a 853 milhões, trazendo consigo desafios significativos para a saúde pública e o sistema de saúde global (IDF, 2025). Controlar os níveis de glicose e evitar complicações graves são questões centrais no tratamento do diabetes. Em razão disso, cada vez mais profissionais de saúde têm se voltado para alternativas que não envolvem medicamentos, como a prática regular de exercícios físicos, para ajudar no controle da doença e melhorar a qualidade de vida dos pacientes.

Primeiramente, o tratamento do diabetes visa um plano individualizado, que pode incluir educação, controle glicêmico, redução do risco de doenças cardiovasculares e o monitoramento de complicações, com o objetivo de alcançar e manter níveis ótimos de glicemia, lipídios sanguíneos e pressão arterial, prevenindo ou retardando as complicações crônicas associadas com essa patologia (KANALEY et al., 2022). O tratamento pode envolver o uso de medicamentos, mudanças no estilo de vida e, em alguns casos, a cirurgia bariátrica (KANALEY et al., 2022).

Além disso, a prática regular de atividade física (AF) aumenta a captação de glicose pelos músculos de forma independente da ação da insulina, ajudando a regular os níveis de glicose no sangue. Isso ocorre por meio do aumento da produção hepática de glicose e mobilização de ácidos graxos livres, processos que podem ser prejudicados pela resistência à insulina ou diabetes. A AF também melhora a sensibilidade à insulina, com efeitos que podem durar de 2 a 72 horas, dependendo da intensidade e duração da atividade (KANALEY et al., 2022). Dessa forma, a AF beneficia a função das células β , a função vascular e a microbiota intestinal, promovendo melhor controle do diabetes e redução dos riscos de doenças associadas. (KANALEY et al., 2022).

De acordo com Fan, Lin e Kim (2022), o exercício físico contribui para a melhora dos níveis de glicose no sangue, lipídios e outros indicadores fisiológicos. Eles destacam, ainda, que uma meta-análise revelou diferenças significativas na redução da glicemia e da insulina entre os pacientes com DM2, dependendo da intensidade do treinamento resistido realizado. E que o exercício aeróbio era considerado padrão ouro para controle da diabetes, porém, é necessário um período maior, o que pode ser desafiador para algumas subpopulações.

Diante das dificuldades enfrentadas por muitos pacientes com diabetes tipo 2, especialmente aqueles com sobrepeso, obesidade ou limitações de mobilidade, o treinamento resistido surge como uma alternativa viável para a prática de atividade física. Diferente do exercício aeróbico, que geralmente exige longos períodos de esforço, o exercício resistido (ER) consiste em exercícios localizados e de curta duração, tornando-se uma opção mais acessível para idosos e pessoas sedentárias (LIU et al., 2019). Essa modalidade de treino contribui significativamente para o aumento da sensibilidade à insulina, uma vez que estimula o crescimento da massa muscular, o que melhora a captação e eliminação da glicose pelo organismo (LIU et al., 2019). Corroborando essa ideia, o ER progressivo de alta intensidade tem demonstrado ser seguro e eficaz tanto no controle glicêmico quanto no ganho de força muscular em pacientes diabéticos mais velhos, reforçando seu potencial como estratégia complementar no manejo da doença (LIU et al., 2019). Nesse contexto, o interesse científico sobre o impacto do exercício resistido independente no controle glicêmico tem crescido. (Jansson et al., 2022)

Apesar dos avanços na literatura, ainda não há consenso sobre a intensidade, a frequência e os protocolos ideais de treinamento resistido para pacientes com diabetes tipo 2. Essa lacuna científica reforça a importância de revisões que reúnam e analisem as evidências disponíveis, a fim de orientar condutas mais eficazes para essa população. Nesse contexto, o objetivo deste estudo foi revisar a literatura científica acerca dos efeitos do treinamento resistido no controle glicêmico de pacientes com DM2, destacando sua eficácia, segurança e aplicações clínicas.

2. OBJETIVO

Objetivo geral:

Analisar os efeitos do exercício resistido no controle glicêmico de pacientes com DM2, identificando seus impactos na sensibilidade à insulina, no metabolismo da glicose e na saúde metabólica.

Objetivos específicos:

- Avaliar a relação entre o exercício resistido e a melhora da captação de glicose pelo músculo esquelético.
- Comparar os benefícios do exercício resistido com outras formas de exercício físico no tratamento do DM2.

3. JUSTIFICATIVA

A DM2 é uma condição que afeta um grande número de pessoas globalmente, e o controle da glicemia pode ser um desafio diário. O ER surge como uma alternativa para o controle da doença, especialmente para indivíduos com dificuldades em realizar exercícios aeróbicos. Além de melhorar os níveis de glicose, o ER contribui para o aumento da força muscular e o bem-estar geral, proporcionando melhor qualidade de vida. Este estudo é fundamental para compreender o papel do ER no controle do diabetes, oferecendo uma opção de tratamento para aqueles que enfrentam essa condição.

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este estudo foi conduzido por meio de uma revisão bibliográfica integrativa, com foco na análise de artigos científicos publicados nos últimos anos em bases de dados reconhecidas, como PubMed, SciELO e Google Acadêmico. A seleção dos artigos foi realizada a partir de critérios como publicação nos últimos 15 anos, abordagem dos efeitos do exercício resistido em pacientes com diabetes, além de ensaios clínicos randomizados, revisões sistemáticas e meta-análises. Os artigos selecionados foram escolhidos entre aqueles disponíveis em português ou inglês.

5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

5.1 DIABETES MELLITUS TIPO 2: ASPECTOS GERAIS

O DM2 é uma doença crônica caracterizado pela resistência à insulina ou a não produção de insulina, associada à disfunção progressiva das células β pancreáticas, resultando em hiperglicemia crônica (SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2025). A hemoglobina glicada (HBA1C) é um marcador amplamente utilizado para diagnóstico do diabetes mellitus, para acompanhar o controle glicêmico e para auxiliar na definição da terapia em pessoas com DM2 (Jansson et al., 2022).

O DM2 tem origem em múltiplos fatores, que vão desde a predisposição genética até aspectos ligados ao estilo de vida. Entre eles, destacam-se a obesidade, especialmente a abdominal, o sedentarismo, a alimentação inadequada, o envelhecimento e o histórico familiar da doença (Rodacki et al., 2021). A obesidade, em especial, exerce papel central, pois intensifica a resistência à insulina e agrava os desequilíbrios metabólicos já presentes. Dessa forma, o DM2 está intimamente relacionado ao excesso de peso, à falta de atividade física e ao avanço da idade, fatores que favorecem a progressão da doença (Rodacki et al., 2021). Além de comprometer o bem-estar diário, essas condições reduzem a qualidade de vida e representam um peso significativo para os sistemas de saúde, evidenciando a urgência de estratégias de prevenção e de controle mais eficazes (Rodacki et al., 2021).

A insulina exerce papel central no metabolismo energético, promovendo a entrada da glicose no músculo esquelético e no tecido adiposo, onde pode ser utilizada como fonte de energia ou armazenada sob a forma de glicogênio (Rodacki et al., 2021). No DM2, esse processo está prejudicado, pois os tecidos tornam-se menos responsivos ao hormônio, caracterizando a resistência insulínica (Rodacki et al., 2021). Nos estágios iniciais, o pâncreas aumenta a secreção de insulina como forma de compensação; entretanto, com a progressão da doença, ocorre falência das células β , intensificando o quadro de hiperglicemia (Rodacki et al., 2021).

O controle glicêmico é um dos pilares no manejo do DM2, sendo essencial para a prevenção de complicações em longo prazo (LYRA et al., 2025). Ensaios

clínicos de grande relevância, como o UKPDS e o ADVANCE, demonstraram que manter a HbA1c abaixo de 7% está associado a uma grande redução do risco de complicações microvasculares, como retinopatia, nefropatia e neuropatia (LYRA et al., 2025). Além disso, o UKPDS mostrou que cada redução de 1% nos valores de HbA1c está relacionada a uma queda de 14% no risco de infarto agudo do miocárdio e de 12% na ocorrência de acidente vascular cerebral, reforçando a importância de um tratamento precoce e contínuo (LYRA et al., 2025).

As complicações decorrentes do DM2 podem ser divididas em microvasculares e macrovasculares (LYRA et al., 2025). As primeiras incluem a retinopatia diabética, a nefropatia e a neuropatia periférica, que afetam diretamente a funcionalidade do indivíduo. Já as complicações macrovasculares envolvem a doença arterial coronariana, o acidente vascular cerebral e a doença arterial periférica, sendo essas as principais causas de mortalidade associadas ao DM2 (LYRA et al., 2025; SILVA JÚNIOR et al., 2021).

Dessa forma, o DM2 se configura como uma condição crônica presente em nossa sociedade e de grande impacto em saúde pública, exigindo estratégias de prevenção e tratamento que considerem não apenas o controle glicêmico, mas também fatores como a obesidade, o sedentarismo e o risco cardiovascular aumentado (LYRA et al., 2025).

5.2 O EFEITO DO TREINAMENTO RESISTIDO NA VIA DE SINALIZAÇÃO DA INSULINA

O treinamento resistido (TR) tem grande papel na regulação da sensibilidade à insulina e na captação de glicose pelo músculo esquelético. Essa ação ocorre pela integração de vias moleculares dependentes da insulina e de mecanismos ativados pela contração muscular (Ferrari et al., 2019). Todos esses caminhos levam para a translocação do transportador de glicose 4 (GLUT4), que, ao ser mobilizado para a membrana da célula, aumenta a entrada de glicose e melhora o controle glicêmico (Ferrari et al., 2019; Park et al., 2015; Bird & Hawley, 2017; Richter & Hargreaves, 2013).

Na via da insulina, o processo inicia-se com a ligação do hormônio ao receptor de insulina (IR), composto por duas subunidades α extracelulares e duas β transmembranares. Esse contato ativa a atividade tirosina-quinase das subunidades β , que se autofosforila e recrutam proteínas adaptadoras, como IRS-1 e IRS-2. Esses substratos ativam a PI3K, que transforma $PI(4,5)P_2$ em $PI(3,4,5)P_3$, promovendo a ativação da PDK e, em seguida, da Akt (Ferrari et al., 2019). A Akt fosforila proteínas da família TBC, como TBC1D1 e TBC1D4, que controlam as Rab GTPases, liberando as vesículas de GLUT4 para que cheguem à membrana (Bird & Hawley, 2017; Ferrari et al., 2019). Quando esse processo está comprometido, como ocorre na resistência à insulina, no caso de diabéticos, a glicose encontra maior dificuldade para entrar no músculo, contribuindo para a hiperglicemia (Bird & Hawley, 2017).

O TR não depende apenas da insulina para facilitar a captação de glicose. Durante a contração muscular, há um aumento do cálcio intracelular que atua como sinalizador essencial para a mobilização do GLUT4 (Park et al., 2015). Os padrões de cálcio induzidos pela contração diferem daqueles ativados pela insulina, enquanto na contração predominam cADPR e NAADP, na via insulínica participam principalmente IP3 e NAADP (Park et al., 2015). A formação de cADPR antecede a de NAADP e desencadeia etapas que permitem a movimentação do GLUT4 até a membrana (Park et al., 2015).

Outro mecanismo importante ativado pelo TR é a AMPK, considerada o sensor energético da célula. Durante o exercício, a queda nos níveis de ATP e o aumento de AMP/ADP ativam essa enzima, que promove a fosforilação de TBC1D1 e TBC1D4, facilitando a translocação do GLUT4 (Ferrari et al., 2019; Bird & Hawley, 2017; Richter & Hargreaves, 2013). A AMPK também influencia a expressão gênica, estimulando fatores de transcrição que aumentam a quantidade de GLUT4 no músculo a longo prazo (Richter & Hargreaves, 2013). Além da AMPK, outras moléculas participam dessa regulação, como a CaMKII, que é ativada pela elevação do cálcio intracelular durante a contração e se conecta ao fator de transcrição MEF2, importante para a expressão de GLUT4 (Richter & Hargreaves, 2013).

Com a prática constante de TR, o músculo passa por adaptações crônicas que justificam essas respostas. Entre elas estão o aumento da expressão de

GLUT4, TBC1D1, TBC1D4 e AMPK, além da maior fosforilação de IRS-1 e Akt, o que resulta em uma sensibilidade à insulina mais eficiente (Bird & Hawley, 2017; Ferrari et al., 2019; Richter & Hargreaves, 2013). Outro aspecto relevante é a estimulação da autofagia, regulada por proteínas do tipo sestrinas (SESN1 e SESN3), que agem com a AMPK e inibem o mTORC1, contribuindo para a manutenção da homeostase metabólica e para a maior entrada de glicose nas fibras musculares (Ferrari et al., 2019).

Dessa forma, o TR aumenta a entrada de glicose no músculo por diferentes caminhos, que no fim levam para o mesmo objetivo: levar o GLUT4 até a membrana da célula. As vias dependentes da insulina ativam IR, IRS, PI3K e Akt, enquanto as vias induzidas pela contração envolvem cálcio, AMPK, CaMKII e Rac1. Todas levam para a mobilização do GLUT4 até a membrana, aumentando a entrada de glicose. Além disso, adaptações crônicas, como a maior expressão de proteínas reguladoras e o aumento da sensibilidade à insulina, potencializam os efeitos do exercício. Esse conjunto de mecanismos mostra o porquê o TR é uma estratégia eficaz para melhorar o metabolismo da glicose e auxiliar no manejo da resistência à insulina e do DM2 (Park et al., 2015; Ferrari et al., 2019; Bird & Hawley, 2017; Richter & Hargreaves, 2013).

5.3 TREINAMENTO RESISTIDO EM DIABÉTICOS

O TR tem se destacado como uma estratégia eficaz no manejo do DM2, principalmente por atuar tanto em parâmetros clínicos quanto em mecanismos relacionados à captação de glicose e à sensibilidade insulínica (KANALEY et al., 2022). Diferentemente do exercício aeróbico, que geralmente exige maior tempo de execução e pode ser mais difícil de aderir em populações específicas devido a dificuldades e limitações, o TR apresenta características acessíveis, com sessões de menor duração e que podem ser adaptadas às condições individuais, tornando-se uma alternativa viável e segura para pacientes idosos ou com limitações funcionais (KANALEY et al., 2022).

Reduções significativas nos níveis de HbA1c, marcador essencial de controle glicêmico, foram observadas em uma meta-análise que incorporou 20 estudos (SU

et al., 2023). Su et al. (2023) demonstraram que o treinamento resistido pode reduzir, em média, 0,63% os níveis HbA1c em indivíduos com DM2. Esse dado pode parecer pequeno, porém é altamente significativo do ponto de vista clínico. Isso porque a HbA1c reflete a média dos níveis de glicose no sangue nos últimos dois a três meses, sendo considerada o principal marcador para o acompanhamento do controle glicêmico.

Reduções nesse parâmetro estão diretamente associadas à prevenção de complicações crônicas. Além disso, a diminuição da HbA1c está relacionada à redução de até 76% das complicações microvasculares, como retinopatia, nefropatia e neuropatia. Assim, mesmo uma redução de 0,63% representa ganhos consideráveis em termos de saúde pública e qualidade de vida dos pacientes (SU et al., 2023).

Esse efeito positivo do TR na HbA1c pode ser explicado por diferentes mecanismos fisiológicos. Entre eles estão o aumento da massa muscular, que amplia o local disponível para a captação de glicose; o aumento da sensibilidade à insulina nos tecidos periféricos; e a maior atividade do transportador GLUT-4 nas células musculares, que facilita a entrada da glicose no interior das fibras. Dessa forma, o TR contribui diretamente para o equilíbrio metabólico, favorecendo tanto a prevenção quanto o manejo das complicações relacionadas ao DM2 (SU et al., 2023). Além disso, a mesma pesquisa destacou o impacto positivo do TR na glicemia de jejum (FBG), reforçando o potencial terapêutico dessa modalidade. Alguns autores indicam que protocolos mais eficazes envolvem sessões realizadas de duas a três vezes por semana, com intensidade entre 70% e 80% de 1RM, três séries por exercício e oito a dez repetições, além de intervalos de descanso inferiores a 60 segundos entre as séries (SU et al., 2023).

Outro aspecto relevante é a relação entre a intensidade e os efeitos do TR. Programas de alta intensidade promovem reduções mais expressivas da HbA1c quando comparados aos de intensidade baixa ou moderada, entretanto, a adesão ao exercício e a consistência do treinamento mostram ser tão importantes quanto a própria intensidade, uma vez que estudos com protocolos mais longos, mas com baixa adesão, não obtiveram resultados significativos (Su et al. 2023).

Estudos mais recentes mostram que os benefícios do TR para pessoas com DM 2 vão muito além da simples redução da HbA1c, influenciando também a força, a composição corporal e a capacidade funcional (BÄRG et al., 2025). Uma revisão sistemática com meta-análise, que reuniu 20 estudos com mais de mil participantes, indicou que o TR reduziu, em média, 0,33% os níveis de HbA1c. Esse efeito foi mais evidente em programas supervisionados, especialmente em academias, enquanto os exercícios realizados em casa mostraram resultados menos consistentes (BÄRG et al., 2025).

Esses achados mostram que é importante olhar para o TR não apenas como uma forma de controlar a glicemia, mas também como uma ferramenta que melhora a qualidade de vida desses pacientes. Ter acompanhamento profissional garante maior segurança, ajuda a manter a motivação e permite ajustar a carga e a técnica para cada pessoa. Para muitos pacientes, especialmente aqueles mais velhos ou com limitações físicas, ganhar força muscular significa conseguir realizar tarefas do dia a dia com mais autonomia, reduzir o risco de quedas e manter um estilo de vida ativo, tornando o tratamento mais sustentável e efetivo a longo prazo (BÄRG et al., 2025).

KanaLey et al. (2022) relatam que intervenções com TR em idosos com DM2 resultaram em melhorias de 10% a 15% na força muscular, densidade mineral óssea, massa magra, pressão arterial, perfil lipídico e, principalmente, na sensibilidade à insulina, com reduções consistentes nos níveis de HbA1c. Os autores ainda destacam que programas que combinam TR com exercícios aeróbicos podem potencializar os resultados, sugerindo um efeito sinérgico das modalidades.

Diante disso, o TR é uma ferramenta essencial no manejo do DM2, com impactos positivos que vão além do controle glicêmico, abrangendo também a melhora da composição corporal, da funcionalidade e da saúde cardiovascular. Por ser seguro e adaptável a diferentes perfis de pacientes, idosos, obesos..., o treinamento resistido se mostra uma ferramenta fundamental dentro das alternativas de tratamento do diabetes que vão além dos medicamentos (KANALEY et al., 2022; SU et al., 2023; PAULI et al.)

5.4 O IMPACTO DA INTENSIDADE DO TREINAMENTO RESISTIDO NOS NÍVEIS DO TREINAMENTO RESISTIDO NOS NÍVEIS DE HbA1c E INSULINA EM INDIVÍDUOS COM DIABETES TIPO 2

De acordo com Lee, Kim e Kim (2023), o TR em idosos com DM 2 foi capaz de reduzir em média 0,50% os níveis de HbA1c e aumentar a força muscular em cerca de 38%, sem mudanças significativas na massa magra. Para esses autores, o fator mais importante para alcançar bons resultados foi a intensidade do treinamento, superando a duração, frequência ou volume das sessões. Eles sugerem que programas com intensidade elevada (entre 70% e 90% de 1-RM) podem trazer benefícios expressivos ao controle glicêmico e à força, desde que sejam supervisionados por profissionais qualificados (Lee et al., 2023). Essa recomendação é especialmente relevante para idosos, que frequentemente enfrentam perda de massa muscular, obesidade central ou limitações físicas, tornando essencial a adaptação do exercício e o acompanhamento adequado (Lee et al., 2023).

O trabalho também apontou que treinos voltados para hipertrofia muscular, executados com intensidade entre 75% e 100% de 1RM, tendem a favorecer mais o controle glicêmico do que protocolos focados em resistência muscular ou força máxima (Lee et al., 2023). Além disso, ganhos de força e massa magra foram observados em diversos ensaios, contribuindo para melhora da funcionalidade e da autonomia, aspectos relevantes para a qualidade de vida de pessoas com DM2. A intensidade do TR tem sido bastante estudada como estratégia não farmacológica para o manejo do DM2. Uma revisão sistemática com meta-análise conduzida por Liu et al. (2023) analisou 24 ensaios clínicos, envolvendo 962 participantes, para entender como diferentes intensidades de TR impactam a HbA1c, a insulina e a glicemia de jejum.

Os resultados de Liu et al. (2023) mostraram que tanto exercícios de baixa a moderada intensidade quanto aqueles de alta intensidade ajudam a reduzir a HbA1c, mas a queda foi mais significativa nos programas de alta intensidade (LIU et al., 2023). Nos estudos analisados, o TR mais intenso reduziu, em média, 0,61% a HbA1c, enquanto os protocolos de baixa a moderada intensidade apresentaram redução de 0,23% (LIU et al., 2023). Para o estudo, considera-se baixa a moderada

intensidade quando a carga é de 40% a 60% de uma repetição máxima (1RM), e alta intensidade entre 70% e 85% de 1RM. Quando se observa a insulina, apenas o TR de alta intensidade trouxe redução significativa, com a insulina em jejum caindo, em média, 4,60 μ U/mL (LIU et al., 2023).

De acordo com os autores, isso ocorre porque exercícios mais intensos promovem maior estímulo metabólico e estrutural: quanto maior a sobrecarga, maior o recrutamento muscular, melhor a captação de glicose pelos tecidos e mais adaptadas ficam as fibras musculares para responder à insulina (LIU et al., 2023). Em contrapartida, quando se analisa a glicemia de jejum, não houve diferenças claras entre as intensidades. O TR, independentemente da carga, apresentou apenas uma leve tendência de redução, indicando que seu efeito imediato sobre a glicose no sangue pode depender de outros fatores (LIU et al., 2023).

A discussão sobre a intensidade do treinamento resistido e seu impacto vai além do controle glicêmico. Uma revisão sistemática e meta-análise, conduzida por Fan, Lin e Kim (2023), analisou 36 ensaios clínicos para investigar as diferenças no efeito de tratamentos com diferentes intensidades de treinamento resistido para pacientes com DM2 (FAN et al., 2023). Embora o estudo de Fan et al. (2023) confirme que o treinamento resistido tem um efeito terapêutico positivo na redução da HbA1c, a análise deles não encontrou uma diferença estatisticamente significativa entre os treinos de alta e baixa-a-média intensidade, o que distingue com a conclusão de Liu et al. (2023). No entanto, Fan et al. (2023) destacam que a alta intensidade é ligeiramente mais eficaz na redução de HbA1c, e a importância prática dessa diferença não pode ser ignorada.

Além dos indicadores glicêmicos, o estudo de Fan et al. (2023) trouxe novos dados sobre os efeitos do treinamento resistido na saúde cardiovascular. Foi a primeira meta-análise a demonstrar a eficácia do treinamento resistido na redução de triglicerídeos (TG), colesterol total (TC) e do colesterol LDL, o chamado "colesterol ruim" (FAN et al., 2023). Os treinos de alta intensidade apresentaram uma redução ainda mais expressiva nesses lipídios (FAN et al., 2023). De forma similar, a alta intensidade se mostrou ligeiramente superior na redução da pressão arterial diastólica, da frequência cardíaca de repouso, da circunferência da cintura e do

percentual de massa gorda, reforçando a ideia de que protocolos mais desafiadores podem trazer benefícios mais amplos (FAN et al., 2023).

Ainda sobre as discrepâncias entre os estudos, Fan et al. (2023) observaram que o índice HOMA-IR, que avalia a resistência à insulina, apresentou uma redução significativa apenas nos protocolos de baixa-a-média intensidade (FAN et al., 2023). O treinamento de alta intensidade resultou em um leve aumento nesse índice e no peso corporal, um efeito oposto ao observado com as cargas mais leves (FAN et al., 2023). Esse achado sugere que, embora a alta intensidade possa ser mais vantajosa para alguns desfechos, a intensidade moderada pode ter um papel crucial na melhora da resistência à insulina (FAN et al., 2023). Por fim, o estudo mostrou um número pequeno de eventos adversos, como lesões musculoesqueléticas e episódios de hipoglicemia, com a maioria deles não estando diretamente relacionada à intervenção do treinamento (FAN et al., 2023).

6. CONCLUSÃO

Em suma, este artigo de revisão da literatura demonstra que o DM2 é uma doença complexa, cuja prevalência está diretamente ligada a fatores de risco como a obesidade e o sedentarismo. O controle da hiperglicemia, avaliado por marcadores como a HbA1c, é crucial para prevenir as graves complicações micro e macrovasculares que afetam a qualidade de vida dos pacientes (LYRA et al., 2025; SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2025; SILVA JÚNIOR et al., 2021).

Dessa forma, evidencia o TR como uma ferramenta terapêutica de grande valor, que vai muito além do controle glicêmico. Em nível molecular, o TR atua por meio de vias moleculares tanto dependentes da insulina (via IR/IRS/PI3K/Akt) quanto independentes (vias de AMPK e cálcio), que levam para a mesma ação: a translocação do transportador de glicose GLUT4 para a membrana celular, facilitando a entrada de glicose no músculo esquelético (BÄRG et al., 2025; Ferrari et al., 2019; Park et al., 2015; PAULI et al., 2010).

Sendo assim, o TR mostra-se como uma estratégia segura e acessível, capaz de gerar ganhos significativos em saúde. Meta-análises e estudos revisados neste trabalho confirmam sua eficácia na redução dos níveis de HbA1c, na melhora da força muscular, da composição corporal e da funcionalidade, contribuindo diretamente para a autonomia e a qualidade de vida dos pacientes (BÄRG et al., 2025; KANALEY et al., 2022; SU et al., 2023).

Apesar de haver uma discussão sobre qual intensidade de treinamento seria mais eficaz, já que alguns estudos apontam para um maior benefício nos treinos de alta intensidade na redução da HbA1c e na saúde cardiovascular (Lee et al., 2023; Liu et al., 2023), enquanto outros defendem que a intensidade moderada pode ser mais vantajosa para a resistência à insulina (FAN et al., 2023), o consenso é que a adesão e a consistência do treino, com a supervisão de um profissional, são fatores essenciais para o sucesso.

Portanto, mais do que discutir qual intensidade é a “melhor”, este trabalho reforça que é essencial garantir que o paciente esteja em movimento, fazendo exercícios com segurança, constância e orientação adequada. Futuras pesquisas poderão ajudar a detalhar protocolos ainda mais eficazes, mas já é possível afirmar

que o treinamento resistido se estabelece como uma estratégia prática, eficaz e transformadora na vida de quem convive com o diabetes.

REFERÊNCIAS

BÄRG, M. et al. Effects of home- and gym-based resistance training on glycemic control in patients with type 2 diabetes mellitus—a systematic review and meta-analysis. **Diabetology & Metabolic Syndrome**, v. 17, n. 1, p. 228, jun. 2025. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40533841/>. Acesso em: 23 set. 2025.

BIRD, Stephen RHAWLEY, John A. Update on the effects of physical activity on insulin sensitivity in humans. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, [s. l.], 1 mar. 2017. DOI 10.1136/bmj em 2016-000143. Disponível em: <https://bmjopensem.bmj.com/content/2/1/e000143>. Acesso em: 21 abr.2019.

FAN, Tenglong; LIN, Man-Hsu; KIM, Kijin. *Intensity differences of resistance training for type 2 diabetic patients: a systematic review and meta-analysis.* **Healthcare**, [s.l.], v. 11, n. 3, 440, Feb. 2023. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36767015/>. Acesso em: 26 mar. 2025.

FERRARI, F. et al. Biochemical and molecular mechanisms of glucose uptake stimulated by physical exercise in insulin resistance state: role of inflammation. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, São Paulo, v. 113, n. 6, p. 1139-1148, dez. 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abc/a/5YNHxMpH9WTSh5T9CDjtxwH/?lang=en>. Acesso em: 23 set. 2025.

García-Hermoso A, López-Gil JF, Izquierdo M, Ramírez-Vélez R, Ezzatvar Y. Exercise and insulin resistance markers in children and adolescents with excess weight: a systematic review and network meta-analysis. *JAMA Pediatr.* 2023;177(12):1276–84. - PubMed - PMC - DOI

ISHIGURO, Hajime; et al. 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*, [s.l.], v. 46, n. 1, p. 67-77, Jan. 2016. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26604100/>.

JANSSON, Anna K.; CHAN, Li X.; LUBANS, David R.; DUNCAN, Mitch J.; PLOTNIKOFF, Ronald C. *Effect of resistance training on HbA1c in adults with type 2 diabetes mellitus and the moderating effect of changes in muscular strength: a systematic review and meta-analysis.* **BMJ Open Diabetes Research & Care**, [s.l.], v. 10, n. 2, e002595, Mar. 2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35273011/>. Acesso em: 26 mar. 2025.

KANALEY, Jill A.; COLBERG, Sheri R.; CORCORAN, Matthew H.; MALIN, Steven K.; RODRIGUEZ, Nancy R.; CRESPO, Carlos J.; KIRWAN, John P.; ZIERATH, Juleen R. Exercise/physical activity in individuals with type 2 diabetes: a consensus statement from the American College of Sports Medicine. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, v. 54, n. 2, p. 353-368, fev. 2022. DOI: <10.1249/MSS.0000000000002800>. Disponível em: https://journals.lww.com/acsm-msse/fulltext/2022/02000/exercise_physical_activity_in_individuals_with.18.aspx.

LEE, J.; KIM, D.; KIM, C. Effects of resistance training on glycemic control, muscle strength, and lean body mass in older adults with type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *BMC Geriatrics*, v. 23, n. 1, p. 567, 2023. <https://doi.org/10.1186/s12877-023-03789-7>

SU, Wanying; TAO, Meiyi; MA, Lin; TANG, Ke; XIONG, Fang; DAI, Xuan; QIN, Yuelan. Dose-response relationships of resistance training in Type 2 diabetes mellitus: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Frontiers in Endocrinology*, [s.l.], v. 14, 1224161, Sep. 2023. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37818093/>. Acesso em: 26 mar. 2025.

LI, M. et al. Effect of 5:2 regimens: energy-restricted diet or low-volume high-intensity interval training combined with resistance exercise on glycemic control and cardiometabolic health in adults with overweight/obesity and type 2 diabetes: a three-arm randomized controlled trial. *Diabetes Care*, Arlington, v. 47, n. 6, p. 1074-1084, jun. 2024. Disponível em: <https://diabetesjournals.org/care/article/47/6/1074/154508/Effect-of-5-2-Regimens-Energy-Restricted-Diet-or>. Acesso em: 15 set. 2025.

Liu, Yubo, Weibing Ye, Qian Chen, Yong Zhang, Chia-Hua Kuo, and Mallikarjuna Korivi. 2019. "Resistance Exercise Intensity is Correlated with Attenuation of HbA1c and Insulin in Patients with Type 2 Diabetes: A Systematic Review and Meta-Analysis" *International Journal of Environmental Research and Public Health* 16, no. 1: 140. <https://doi.org/10.3390/ijerph16010140>

PARK, D.-R. et al. Exercise ameliorates insulin resistance via Ca²⁺ signals distinct from those of insulin for GLUT4 translocation in skeletal muscles. *Diabetes*, Arlington, v. 64, n. 4, p. 1224-1234, abr. 2015. Disponível em: <https://diabetesjournals.org/diabetes/article/64/4/1224/34890/Exercise-Ameliorates-Insulin-Resistance-via-Ca2>. Acesso em: 15 set. 2025.

PAULI, J. R. et al. Novos mecanismos pelos quais o exercício físico melhora a resistência à insulina no músculo esquelético. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia*, São Paulo, v. 53, n. 4, p. 399-408, jun. 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abem/a/g3T8mdXCrqjFmbY9SH3gSxr/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 23 set. 2025.

Richter E.A., Hargreaves M. Exercise, GLUT4, and skeletal muscle glucose uptake. *Physiol. Rev.* 2013;93:993–1017. doi: 10.1152/physrev.00038.2012.-PubMed

Rodacki M, Teles M, Gabbay M, Montenegro R, Bertoluci M, Rodrigo Lamounier. Classificação do diabetes. Diretriz Oficial da Sociedade Brasileira de Diabetes (2023). DOI: 10.29327/557753.2022-1, ISBN: 978-85-5722-906-8.

Ruy Lyra, Fernando Valente, Luciano Albuquerque, Saulo Cavalcanti, Marcos Tambascia, Wellington S. Silva Júnior e Marcello Casaccia Bertoluci. Manejo da Terapia Antidiabética no DM2. Diretriz Oficial da Sociedade Brasileira de Diabetes (2025). DOI: 10.29327/5660187.2025-14, ISBN: 978-65-5941-367-6.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CLÍNICA MÉDICA (SBCM), 2023. Disponível em: <https://www.sbcm.org.br/v2/index.php/not%C3%ADcias/590-sp-896611050#:~:text=G%20ENEBRA%20%2D%20A%20Organiza%C3%A7%C3%A3o%20Mundial%20da,se%20n%C3%A3o%20forem%20adotadas%20medidas>.

Silva Júnior WS, Fioretti A, Vancea D, Macedo C, Zagury R, Bertoluci M. Atividade física e exercício no pré-diabetes e DM2. Diretriz Oficial da Sociedade Brasileira de Diabetes (2023). DOI: 10.29327/557753.2022-8, ISBN: 978-85-5722-906-8.