ISSN: 2675-7222

SAS
South American Sciences

EFEITOS DO TREINAMENTO COMBINADO SOBRE O CONTROLE GLICÊMICO EM ADULTOS COM DIABETES MELLITUS TIPO 2: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

EFFECTS OF COMBINED TRAINING ON GLYCEMIC CONTROL IN ADULTS WITH TYPE 2 DIABETES MELLITUS: AN INTEGRATIVE REVIEW

https://doi.org/10.63330/sasciencesv6n2-263

Submetido em: 18/10/2026 e Publicado em: 27/10/2026

SAS: e26491

Maísa de Oliveira Maquiné
Graduanda em Bacharelado em Educação Física
Centro Universitário Fametro
E-mail: maquine.maisa04@gmail.com

Amanda Vitoriano Fonseca
Graduanda em Bacharelado em Educação Física
Centro Universitário Fametro
E-mail: amandafonseca2795@gmail.com

Paula Adriana dos Santos de Fontes
Mestre em Ciências da Saúde
Centro Universitário Fametro
E-mail: paulasfontes19@gmail.com

Resumo

O treinamento combinado, caracterizado pela associação entre exercícios aeróbicos e resistidos, constitui uma alternativa para o manejo do diabetes mellitus tipo 2 (DM2), embora seus efeitos dependam das características das intervenções. Este estudo analisou as repercussões dessa modalidade sobre indicadores de controle glicêmico em adultos com DM2, por meio de uma revisão integrativa da literatura. As buscas foram realizadas nas bases PubMed/MEDLINE, Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) e SciELO, considerando publicações entre 2021 e 2026. Dos 114 registros identificados, oito estudos atenderam aos critérios de elegibilidade e integraram a análise. Os resultados evidenciaram reduções na hemoglobina glicada (HbA1c), glicemia de jejum, glicemia pós-prandial e resistência à insulina, além de alterações favoráveis na secreção e utilização da glicose. Entretanto, a magnitude dos benefícios variou entre os protocolos, sem demonstração consistente de superioridade do treinamento combinado sobre as modalidades isoladas. Foram identificadas diferenças relacionadas à intensidade, frequência, duração, ordem dos exercícios e características clínicas dos participantes. Destacou-se, ainda, que a redução da adesão após intervenções supervisionadas comprometeu a manutenção dos benefícios metabólicos. A heterogeneidade metodológica dos estudos dificultou a identificação de uma configuração ideal de

treinamento. Conclui-se que a combinação de exercícios aeróbicos e resistidos representa uma estratégia relevante para o controle glicêmico, cuja aplicação deve considerar as particularidades individuais e a continuidade da prática. A prescrição individualizada e o acompanhamento profissional são fundamentais para favorecer resultados sustentáveis, permanecendo necessária a realização de investigações que esclareçam os efeitos das diferentes organizações do treinamento em longo prazo.

Palavras-chave: Diabetes Mellitus Tipo 2; Exercício Físico; Hemoglobina Glicada; Resistência à Insulina; Treinamento Concorrente.

Abstract

Combined training, characterized by the integration of aerobic and resistance exercises, represents an alternative approach to managing type 2 diabetes mellitus (T2DM), although its effects depend on intervention characteristics. This study analyzed the effects of combined training on glycemic control indicators in adults with T2DM through an integrative literature review. Searches were conducted in PubMed/MEDLINE, the Virtual Health Library (VHL), and SciELO, considering publications from 2021 to 2026. Of the 114 records identified, eight studies met the eligibility criteria and were included in the analysis. The findings revealed reductions in glycated hemoglobin (HbA1c), fasting blood glucose, postprandial glucose, and insulin resistance, alongside favorable changes in insulin secretion and glucose utilization. However, the magnitude of these benefits varied across protocols, without consistent evidence that combined training was superior to isolated exercise modalities. Differences were identified regarding intensity, frequency, duration, exercise sequence, and participants' clinical characteristics. Furthermore, reduced adherence following supervised interventions compromised the maintenance of metabolic improvements. Methodological heterogeneity limited the identification of an optimal training configuration. It was concluded that combining aerobic and resistance exercises represents a relevant strategy for glycemic control, provided that individual characteristics and exercise continuity are considered. Individualized exercise prescription and professional supervision are essential to promote sustainable outcomes. Further investigations are necessary to clarify the long-term effects of different training configurations and establish more consistent recommendations for adults with T2DM.

Keywords: Concurrent Training; Glycated Hemoglobin; Insulin Resistance; Physical Exercise; Type 2 Diabetes Mellitus.

1 INTRODUÇÃO

O diabetes mellitus tipo 2 (DM2) é uma doença metabólica crônica caracterizada por alterações na ação da insulina e na regulação da glicose, tendo a resistência à insulina participação importante em sua fisiopatologia (Hulett; Scalzo; Reusch, 2022). A hiperglicemia persistente constitui uma das principais alterações relacionadas à doença e está associada ao desenvolvimento de complicações que podem comprometer diferentes sistemas do organismo (American Diabetes Association Professional Practice Committee for Diabetes, 2026). Nesse sentido, o controle glicêmico representa um componente central do acompanhamento de indivíduos com DM2.

A avaliação do controle glicêmico pode envolver diferentes indicadores, entre os quais se destacam a hemoglobina glicada (HbA1c), a glicemia de jejum e a glicemia pós-prandial. Esses parâmetros permitem observar diferentes aspectos da regulação da glicose e são utilizados no acompanhamento de indivíduos com diabetes (American Diabetes Association Professional Practice Committee for Diabetes, 2026). Além das medidas glicêmicas, alterações na ação da insulina também são relevantes para a compreensão do metabolismo da glicose no DM2 (Hulett; Scalzo; Reusch, 2022).

O exercício físico integra as estratégias não farmacológicas empregadas no manejo do DM2 e possui relação direta com o metabolismo da glicose. O músculo esquelético desempenha papel importante nesse processo, uma vez que participa da captação e utilização da glicose circulante. Durante a contração muscular, mecanismos independentes da ação da insulina podem estimular o transporte de glicose para as células musculares, enquanto a prática regular de exercício está associada a adaptações metabólicas relacionadas à utilização desse substrato (Hulett; Scalzo; Reusch, 2022).

Entre as modalidades de exercício utilizadas nessa população encontram-se o treinamento aeróbico e o treinamento resistido. O primeiro é caracterizado pela realização de atividades que envolvem grandes grupos musculares de maneira contínua ou intervalada, enquanto o segundo utiliza a aplicação de resistência externa à contração muscular e está relacionado ao desenvolvimento da força e de outras adaptações neuromusculares. Ambas as modalidades são contempladas nas recomendações de exercício direcionadas a adultos com diabetes mellitus tipo 2 (American Diabetes Association Professional Practice Committee for Diabetes, 2026).

A associação dessas duas modalidades constitui o treinamento combinado ou concorrente, caracterizado pela inclusão de exercícios aeróbicos e resistidos em um mesmo programa de treinamento. Essa organização permite trabalhar diferentes componentes da aptidão física e tem sido utilizada em programas destinados a indivíduos com DM2 (Zaki; Sharma; Vats, 2024). Sua estrutura pode apresentar diferenças quanto à frequência semanal, intensidade, volume, duração e distribuição dos componentes aeróbico e resistido, aspectos que integram a organização da prescrição do exercício (Liang et al., 2024).

Considerando as diferentes possibilidades de organização do treinamento e a importância do controle glicêmico no manejo do DM2, torna-se pertinente ampliar a compreensão acerca da utilização conjunta dos exercícios aeróbicos e resistidos nessa população. Nesse sentido, a sistematização das evidências disponíveis permite reunir informações sobre diferentes indicadores metabólicos e características dos programas empregados. Diante disso, o presente estudo tem como objetivo analisar e discutir, por meio de uma revisão integrativa da literatura, os efeitos do treinamento combinado sobre indicadores de controle glicêmico em adultos com diabetes mellitus tipo 2.

2 METODOLOGIA

O presente estudo caracteriza-se como uma revisão integrativa da literatura, de caráter descritivo e analítico, desenvolvida com a finalidade de reunir, organizar e sintetizar as evidências científicas disponíveis acerca dos efeitos do treinamento combinado, constituído pela associação entre exercícios aeróbicos e resistidos, sobre o controle glicêmico e aspectos metabólicos relacionados ao diabetes mellitus tipo 2 (DM2). A revisão integrativa possibilita a inclusão e a análise de estudos primários com diferentes delineamentos metodológicos, favorecendo uma compreensão abrangente do conhecimento produzido sobre determinado fenômeno (Whittemore; Knafl, 2005).

A condução da revisão foi organizada em etapas sucessivas, compreendendo a delimitação do tema, formulação da questão norteadora, estabelecimento dos critérios de elegibilidade, definição das estratégias de busca, identificação e seleção das publicações, extração das informações relevantes e síntese dos resultados. As etapas foram desenvolvidas de forma articulada, buscando manter a seleção e a análise das evidências diretamente relacionadas ao objetivo proposto para o estudo.

A questão norteadora estabelecida foi: “Quais efeitos do treinamento combinado, composto por exercícios aeróbicos e resistidos, são descritos sobre o controle glicêmico de adultos com diabetes mellitus tipo 2?” A partir dessa questão, foram considerados como elementos centrais para a busca a população adulta com DM2, a realização de exercícios aeróbicos e resistidos e os indicadores relacionados ao controle glicêmico.

O levantamento dos estudos foi realizado nas bases de dados PubMed/MEDLINE, Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) e Scientific Electronic Library Online (SciELO). Para a identificação das publicações, foram empregados descritores controlados e termos livres relacionados ao diabetes mellitus tipo 2, exercício aeróbico, treinamento resistido e controle glicêmico, combinados por meio dos operadores booleanos AND e OR, de acordo com as características e os mecanismos de pesquisa disponíveis em cada base. Foi estabelecido como recorte temporal o período de 2021 a 2026.

Quadro 1 - Estratégias de busca utilizadas nas bases de dados

BASE	ESTRATÉGIA DE BUSCA
PubMed/MEDLINE	("Diabetes Mellitus, Type 2"[Mesh] OR "type 2 diabetes"[Title/Abstract] OR T2DM[Title/Abstract]) AND (("Aerobic Exercise"[Mesh] OR "aerobic exercise"[Title/Abstract] OR "aerobic training"[Title/Abstract]) AND ("Resistance Training"[Mesh] OR "resistance exercise"[Title/Abstract] OR "resistance training"[Title/Abstract] OR "strength training"[Title/Abstract])) AND ("Glycemic Control"[Mesh] OR "Blood Glucose"[Mesh] OR "Glycated Hemoglobin"[Mesh] OR "glycemic control"[Title/Abstract] OR "glycaemic control"[Title/Abstract] OR HbA1c[Title/Abstract] OR glucose[Title/Abstract])
BVS	(mh:("Diabetes Mellitus Tipo 2") OR tw:("diabetes tipo 2" OR "type 2 diabetes" OR T2DM)) AND ((mh:("Exercício Aeróbico") OR tw:("exercício aeróbico" OR "aerobic exercise" OR "aerobic training")) AND (mh:("Treinamento de Força") OR tw:("treinamento resistido" OR "treinamento de força" OR "resistance training" OR "strength training"))) AND (mh:("Controle Glicêmico") OR mh:("Glicemia") OR mh:("Hemoglobina Glicada") OR tw:("controle glicêmico" OR "glycemic control" OR HbA1c OR glicemia OR glucose))
SciELO	"diabetes tipo 2" AND "treinamento combinado"

Fonte: Elaboração dos autores, 2026.

Foram adotados como critérios de inclusão: artigos publicados entre 2021 e 2026; estudos primários envolvendo indivíduos adultos com diagnóstico de diabetes mellitus tipo 2; ensaios clínicos, estudos experimentais ou análises secundárias de estudos de intervenção que investigassem programas contendo componentes aeróbicos e resistidos de maneira combinada ou que possibilitassem a análise dos efeitos dessa combinação; pesquisas que avaliassem indicadores relacionados ao controle glicêmico e ao metabolismo da glicose, incluindo hemoglobina glicada (HbA1c), glicemia de jejum, glicemia pós-prandial, insulina, resistência ou sensibilidade à insulina e outros marcadores metabólicos associados ao DM2; publicações nos idiomas português, inglês ou espanhol; e estudos que apresentassem informações suficientes para análise de seus procedimentos e resultados.

Também foram admitidos estudos nos quais o treinamento combinado estivesse inserido em uma intervenção mais abrangente ou associado a outras estratégias de cuidado, desde que os componentes aeróbico e resistido estivessem claramente descritos e os resultados analisados apresentassem relação com aspectos metabólicos pertinentes ao diabetes mellitus tipo 2. Essa condição permitiu contemplar diferentes configurações de intervenção encontradas entre os estudos, considerando a presença de componentes adicionais durante a interpretação dos resultados.

Foram excluídos estudos envolvendo exclusivamente indivíduos com diabetes mellitus tipo 1, diabetes gestacional ou pré-diabetes; pesquisas realizadas exclusivamente com animais; estudos que não

apresentassem componentes aeróbicos e resistidos pertinentes à análise do treinamento combinado; intervenções nas quais não fosse possível identificar as características do componente de exercício; estudos sem avaliação de indicadores metabólicos relacionados ao objeto da revisão; protocolos sem resultados publicados; revisões de literatura, revisões sistemáticas e meta-análises; cartas ao editor, comentários, editoriais e correções. Também foram excluídos registros duplicados e estudos que, após a leitura do título, resumo ou texto completo, não apresentassem relação com a questão norteadora estabelecida.

Após a definição da amostra final, procedeu-se à extração e organização das informações relevantes de cada estudo. Foram considerados autores e ano de publicação, delineamento, características da amostra, características da intervenção, duração e frequência do treinamento, instrumentos ou métodos de avaliação, indicadores relacionados ao controle glicêmico e demais desfechos metabólicos pertinentes ao DM2, além dos principais resultados. Quando disponíveis, também foram observadas informações referentes à intensidade, supervisão e adesão às intervenções. Nos estudos que incluíram estratégias complementares ao exercício, essas características foram registradas e consideradas durante a interpretação dos achados, evitando atribuir isoladamente ao treinamento combinado efeitos decorrentes de intervenções multifatoriais.

Os dados extraídos foram organizados em um quadro-síntese e analisados de forma descritiva e comparativa. A síntese buscou identificar convergências e divergências entre os estudos quanto aos efeitos das intervenções contendo treinamento combinado sobre os indicadores analisados, contemplando tanto resultados favoráveis quanto achados sem diferenças estatisticamente significativas. As diferenças relacionadas ao delineamento, características da população, duração, frequência, modalidade, supervisão, adesão e presença de intervenções complementares foram consideradas na interpretação dos resultados quando essas informações estavam disponíveis nos estudos selecionados.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O processo de identificação dos estudos resultou inicialmente em 114 registros, provenientes das três bases de dados consultadas, sendo 85 do PubMed/MEDLINE, 26 da BVS e 3 da SciELO. Após a reunião dos resultados obtidos nas diferentes estratégias de busca, procedeu-se à verificação das publicações recuperadas, com o objetivo de identificar registros presentes em mais de uma base. Nessa etapa, foram reconhecidos e removidos 10 registros duplicados, permanecendo 104 publicações para o processo de triagem.

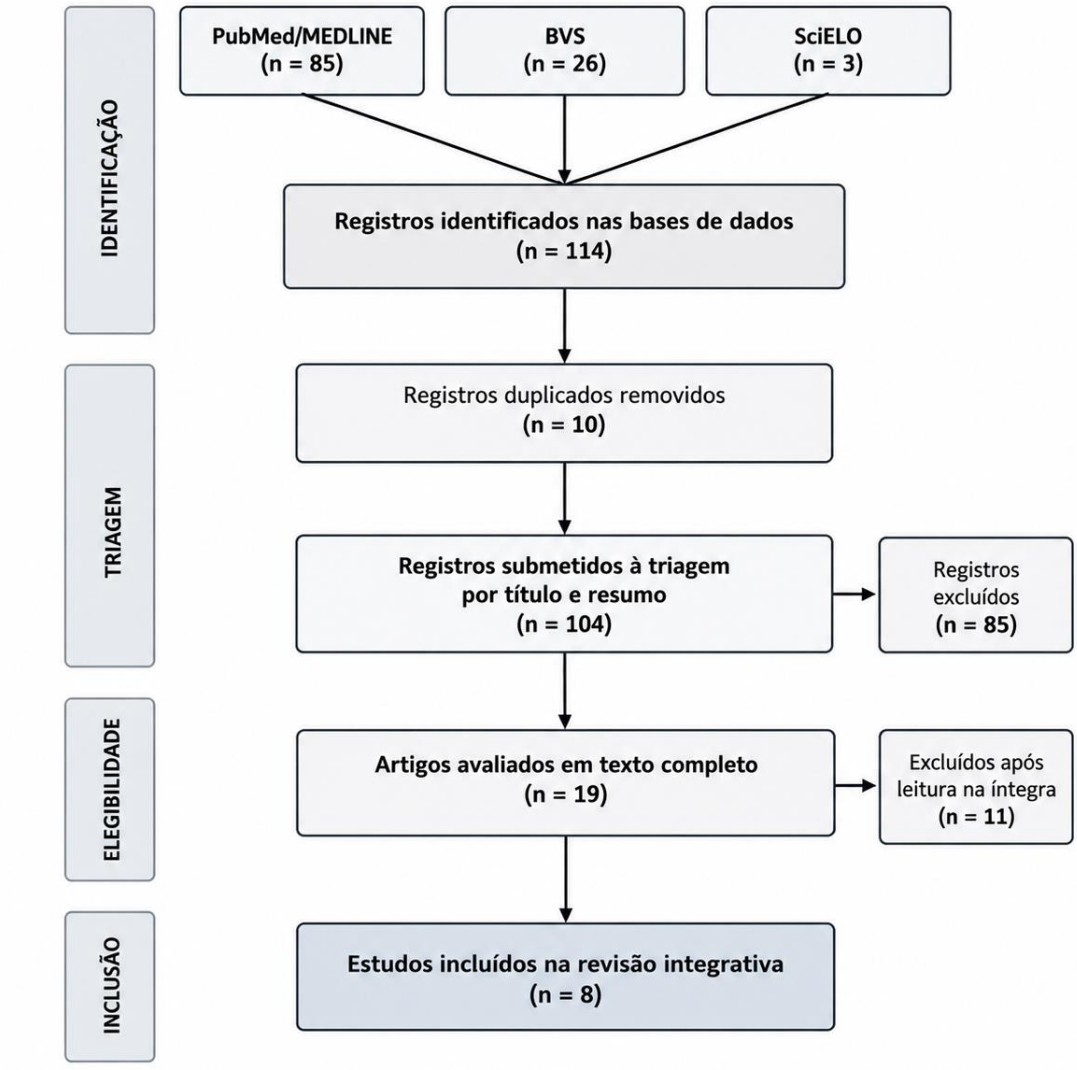
Na etapa seguinte, os 104 registros foram submetidos à leitura dos títulos e resumos, considerando sua correspondência com a questão norteadora e com os critérios de inclusão e exclusão previamente estabelecidos. A partir dessa análise inicial, 85 publicações foram excluídas por não apresentarem

adequação suficiente ao objeto da revisão, enquanto 19 artigos permaneceram para avaliação em texto completo.

Durante a etapa de elegibilidade, os 19 artigos selecionados foram analisados integralmente, permitindo verificar de forma mais detalhada as características da população investigada, o tipo de intervenção realizada e a presença de desfechos relacionados ao controle glicêmico. Após essa avaliação, 11 estudos foram excluídos por não atenderem integralmente aos critérios definidos para a revisão. Dessa forma, 8 estudos compuseram a amostra final e foram destinados à extração, organização e síntese dos dados.

O percurso adotado desde a identificação dos registros nas bases de dados até a definição da amostra final foi organizado de acordo com as etapas de identificação, triagem, elegibilidade e inclusão, possibilitando a visualização sistematizada do processo de seleção dos estudos, conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Fluxograma do processo de identificação, seleção e inclusão dos estudos



Fonte: Elaborado pelos autores, 2026.

Após a conclusão das etapas de seleção, os oito estudos que compuseram a amostra final foram sistematizados de acordo com suas principais características metodológicas e resultados. Para favorecer a visualização e a comparação das evidências encontradas, o Quadro 1 apresenta informações referentes aos autores e ano de publicação, delineamento, características da amostra, intervenção realizada, duração do protocolo, instrumentos e indicadores utilizados na avaliação do controle glicêmico e principais resultados de cada estudo.

Quadro 1 - Caracterização dos estudos selecionados

Autor/ ano	Delineamento	Amostra	Intervenção	Duração/ Frequência	Instrumentos/ métodos de avaliação	Principais resultados
Amare, Kiflu e Taddese (2026)	Ensaio clínico randomizado, com grupos paralelos	39 indivíduos com DM2, distribuídos em CART (n=13), CRAT (n=13) e controle (n=13)	Aeróbico → resistido (CART); resistido → aeróbico (CRAT); controle	12 semanas; treinamento supervisionado	Glicemia de jejum, insulina de jejum e HOMA-IR	As duas sequências reduziram a glicemia de jejum e a resistência à insulina. A sequência resistido → aeróbico apresentou vantagem modesta para HOMA-IR, sem diferença relevante entre as ordens para todos os indicadores avaliados.
Amaravadi, Ferreira e Vigário (2025)	Ensaio clínico randomizado, com três grupos paralelos	90 adultos com DM2, entre 30 e 65 anos	Aeróbico + resistido; HIIT; controle	12 semanas; 3–5 sessões/semana; treinamento supervisionado	HbA1c, glicemia de jejum, insulina de jejum e HOMA-IR	Tanto o HIIT quanto o treinamento combinado melhoraram indicadores metabólicos. No grupo combinado, foram observadas reduções de HbA1c, glicemia de jejum, insulina e HOMA-IR em relação ao controle.
Piralaiy, Rashidpour e Ismael (2025)	Ensaio clínico randomizado	45 homens com DM2	Treinamento aeróbico; resistido; combinado; controle	12 semanas	Avaliação da secreção de insulina de primeira e segunda fases e da eficácia da glicose	O treinamento combinado promoveu respostas favoráveis na secreção de insulina de primeira e segunda fases e na eficácia da glicose, indicando melhora de parâmetros relacionados à regulação glicêmica.
Gajanand et al. (2024)	Ensaio clínico randomizado	69 indivíduos pouco ativos com DM2	Treinamento combinado HIIT de baixo volume (C-HIIT); treinamento combinado	8 semanas supervisionadas, com acompanhamento até 12 meses	HbA1c e acompanhamento da adesão ao exercício	Após 8 semanas, a HbA1c diminuiu aproximadamente 0,7 ponto percentual no C-HIIT e 1,2 ponto percentual no C-MICT em

			contínuo de intensidade moderada (C-MICT); controle			comparação ao controle. Os benefícios não foram mantidos aos 12 meses, período caracterizado por baixa adesão ao exercício autogerido.
Kobayashi et al. (2023)	Ensaio clínico randomizado, com grupos paralelos	186 adultos com DM2 e IMC <25 kg/m²	Treinamento de força; aeróbico; combinado	9 meses; 3 sessões/semana	HbA1c e avaliação da composição corporal	O treinamento de força promoveu redução significativa da HbA1c (−0,44 ponto percentual), enquanto as reduções no combinado (−0,35) e aeróbico (−0,24) não atingiram significância estatística na análise por intenção de tratar. O treinamento de força apresentou maior redução da HbA1c em comparação ao aeróbico.
Su et al. (2022)	Ensaio clínico randomizado	30 mulheres com DM2 e neuropatia autonômica cardiovascular diabética	Exercício aeróbico + treinamento resistido associado ao tratamento habitual versus tratamento habitual	12 semanas	Glicemia de jejum (FBG), glicemia 2 h pós-prandial (2hPG), marcadores inflamatórios e variabilidade da frequência cardíaca por ECG ambulatorial de 24 h	O grupo submetido ao exercício apresentou redução da glicemia de jejum e da glicemia 2 h pós-prandial em relação ao controle, além de melhora de marcadores inflamatórios e da função autonômica.
Delevatti et al. (2022)	Ensaio clínico randomizado	57 indivíduos com DM2, distribuídos em três grupos (n=19 cada)	Treinamento aeróbico aquático; combinado aquático (aeróbico + resistido); controle ativo aquático	15 semanas; 3 sessões/semana; 50 min/sessão	HbA1c como desfecho primário e marcadores de resistência à insulina e outros indicadores cardiometabólicos como desfechos secundários	A HbA1c diminuiu nos grupos, com reduções de −0,36% no aeróbico, −0,44% no combinado e −0,26% no controle. Os treinamentos aeróbico e combinado apresentaram efeitos semelhantes sobre o controle glicêmico.
Legaard et al. (2022)	Análise secundária de ensaio clínico randomizado, controlado e com avaliador cego	98 participantes randomizados no ensaio original; 77 incluídos nesta análise	Intervenção intensiva com exercício aeróbico + resistido associada à intervenção dietética versus cuidado padrão	12 meses; aeróbico 5–6 vezes/semana + resistido 2–3 vezes/semana	8-oxoGuo e 8-oxodG como marcadores de oxidação de RNA e DNA, respectivamente	A intervenção reduziu o marcado

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026.

A redução da hemoglobina glicada (HbA1c) destacou-se entre os principais resultados desta revisão integrativa, embora a magnitude das alterações tenha variado conforme o protocolo utilizado e as características dos participantes. Entre os oito estudos selecionados, foram identificadas respostas favoráveis ao treinamento combinado em diferentes indicadores de controle glicêmico, incluindo HbA1c, glicemia de jejum, glicemia pós-prandial e resistência à insulina. Entretanto, os resultados não demonstraram superioridade uniforme da associação entre exercícios aeróbicos e resistidos em relação às modalidades realizadas isoladamente. Essa diferença entre os achados torna necessária uma análise que considere tanto os benefícios observados quanto os resultados sem significância estatística, especialmente diante da diversidade de intervenções investigadas.

Entre as investigações que apresentaram reduções expressivas da HbA1c, Gajanand et al. (2024), em ensaio clínico randomizado envolvendo 69 adultos pouco ativos com diabetes mellitus tipo 2 (DM2), compararam dois protocolos de treinamento combinado durante oito semanas. O primeiro utilizou exercícios aeróbicos e resistidos organizados em treinamento intervalado de alta intensidade e baixo volume (C-HIIT), enquanto o segundo empregou treinamento combinado contínuo de intensidade moderada (C-MICT). Ao final da intervenção supervisionada, foram observadas reduções de aproximadamente 0,7 ponto percentual na HbA1c no grupo C-HIIT e 1,2 ponto percentual no grupo C-MICT, em comparação ao controle. Embora ambos tenham apresentado respostas favoráveis, a maior redução numérica observada no treinamento moderado demonstra que protocolos de elevada intensidade não necessariamente proporcionam os melhores resultados em todos os indivíduos.

Esses achados podem ser comparados aos resultados de Garcia et al. (2025), que realizaram uma revisão sistemática com metanálise em rede envolvendo 158 estudos e 17.059 participantes com DM2. Os autores identificaram reduções médias da HbA1c de 0,61 ponto percentual com treinamento intervalado de alta intensidade, 0,58 com treinamento combinado, 0,58 com treinamento aeróbico e 0,40 com treinamento resistido, em comparação aos respectivos controles. Embora o treinamento intervalado tenha apresentado a melhor classificação na análise, os resultados demonstraram benefícios de diferentes modalidades. A comparação com Gajanand et al. (2024) evidencia que as respostas encontradas em ensaios individuais podem apresentar magnitudes distintas daquelas observadas em análises mais abrangentes, especialmente quando são considerados protocolos com diferentes durações, intensidades e características populacionais.

A possibilidade de redução da HbA1c por meio do treinamento combinado também foi identificada por Delevatti et al. (2022), em ensaio clínico randomizado com 57 indivíduos com DM2, distribuídos igualmente entre três grupos. Durante 15 semanas, os participantes realizaram treinamento aeróbico aquático, treinamento combinado aquático ou atividades aquáticas utilizadas como controle ativo. As reduções da HbA1c foram de 0,36 ponto percentual no grupo aeróbico, 0,44 no combinado e 0,26 no controle. Apesar da maior redução numérica no grupo combinado, os efeitos das modalidades aeróbica e

combinada foram semelhantes. Esse resultado indica que a inclusão do treinamento resistido em programas aquáticos não assegura benefícios glicêmicos adicionais e reforça a importância de distinguir diferenças numéricas de diferenças estatisticamente demonstradas.

A comparação entre modalidades apresentou resultados distintos no estudo de Kobayashi et al. (2023), que investigaram 186 adultos com DM2 e índice de massa corporal inferior a 25 kg/m². O ensaio clínico randomizado comparou treinamento resistido, aeróbico e combinado durante nove meses, com três sessões semanais. O treinamento resistido promoveu redução significativa de 0,44 ponto percentual na HbA1c, enquanto as reduções observadas nos grupos combinado e aeróbico foram de 0,35 e 0,24 ponto percentual, respectivamente, sem significância estatística na análise por intenção de tratar. Além disso, o treinamento resistido apresentou maior redução da HbA1c em comparação ao aeróbico. Esses resultados diferem daqueles observados em parte das intervenções combinadas e demonstram que a associação entre modalidades não deve ser interpretada como uma estratégia necessariamente superior, sobretudo quando consideradas as características corporais e metabólicas da população investigada.

Essa divergência também aparece nas revisões sistemáticas. Mannucci, Bonifazi e Monami (2021), em metanálise com 25 ensaios clínicos, identificaram reduções da HbA1c associadas ao exercício físico, com resultados favoráveis ao treinamento combinado em comparação à ausência de exercício. Os autores observaram uma possível vantagem da combinação entre exercícios aeróbicos e resistidos em relação ao treinamento aeróbico isolado, mas ressaltaram que as diferenças eram pequenas e que a confiabilidade das evidências era limitada. Por outro lado, Garcia et al. (2025) encontraram reduções médias semelhantes para treinamento combinado e aeróbico, enquanto Kobayashi et al. (2023) identificaram maior benefício com o treinamento resistido em sua população específica. Essas diferenças indicam que os resultados podem variar conforme o perfil dos participantes, os protocolos empregados e os métodos de análise utilizados.

A ausência de superioridade consistente entre modalidades também encontra respaldo na revisão sistemática com metanálise em rede de Liang et al. (2024), que reuniu 85 ensaios clínicos randomizados e 5.535 participantes com DM2. Os autores identificaram reduções médias da HbA1c de 0,78 ponto percentual com treinamento intervalado de alta intensidade, 0,54 com treinamento combinado e 0,42 com exercício aeróbico contínuo. Entretanto, apesar das diferenças numéricas, não foram identificadas diferenças estatisticamente significativas de eficácia entre as modalidades, e a qualidade das evidências foi considerada baixa. Esses resultados ajudam a compreender por que os estudos de Delevatti et al. (2022) e Kobayashi et al. (2023) não demonstraram vantagem do treinamento combinado, indicando que a escolha da modalidade deve considerar outros aspectos além da expectativa de maior redução glicêmica.

Outro resultado importante desta revisão refere-se à redução da glicemia de jejum e da resistência à insulina. Amare, Kiflu e Taddese (2026), em ensaio clínico randomizado envolvendo 39 indivíduos com DM2, investigaram duas sequências de treinamento combinado durante 12 semanas. Os participantes foram

distribuídos entre treinamento aeróbico seguido de resistido, treinamento resistido seguido de aeróbico e grupo controle, com 13 indivíduos em cada condição. Ambas as sequências promoveram reduções da glicemia de jejum e da resistência à insulina. Entretanto, a organização iniciada pelo treinamento resistido apresentou vantagem modesta para o índice HOMA-IR, sem diferenças consistentes entre as sequências para todos os indicadores avaliados. Esses achados sugerem que a ordem de execução dos exercícios pode influenciar determinadas respostas metabólicas, embora não seja possível estabelecer uma sequência universalmente superior.

Resultados favoráveis sobre a glicemia de jejum e a resistência à insulina também foram encontrados por Amaravadi, Ferreira e Vigário (2025), em ensaio clínico randomizado com 90 adultos com DM2, entre 30 e 65 anos. Durante 12 semanas, os participantes foram distribuídos entre treinamento combinado, treinamento intervalado de alta intensidade e grupo controle. No grupo combinado, foram identificadas reduções da HbA1c, glicemia de jejum, insulina de jejum e HOMA-IR em relação ao controle. Entretanto, o treinamento intervalado também promoveu respostas metabólicas favoráveis. A concordância entre esse estudo e os resultados de Amare, Kiflu e Taddese (2026) reforça o potencial do treinamento combinado para melhorar indicadores relacionados à ação da insulina, mas demonstra que esses benefícios não são exclusivos da associação entre exercícios aeróbicos e resistidos.

A revisão sistemática com metanálise de Zaki, Sharma e Vats (2024) também identificou efeitos favoráveis do treinamento concorrente sobre o controle glicêmico de pessoas com DM2. Os autores reuniram sete estudos, dos quais seis participaram da síntese quantitativa, encontrando melhorias estatisticamente significativas na glicemia, HbA1c e resistência à insulina avaliada pelo HOMA-IR. Esses resultados são compatíveis com as respostas observadas por Amare, Kiflu e Taddese (2026) e Amaravadi, Ferreira e Vigário (2025), especialmente quanto à melhora de indicadores relacionados à regulação da glicose. Entretanto, a revisão destacou limitações relacionadas ao risco de viés dos estudos incluídos, demonstrando que a consistência dos resultados deve ser interpretada considerando a qualidade metodológica das evidências disponíveis.

Além das alterações na glicemia e na resistência à insulina, Piralaiy, Rashidpour e Ismael (2025) investigaram respostas relacionadas à secreção de insulina em 45 homens com DM2. No ensaio clínico randomizado, os participantes foram submetidos a programas de treinamento aeróbico, resistido ou combinado, além de uma condição controle, durante 12 semanas. O treinamento combinado apresentou resultados favoráveis sobre a secreção de insulina de primeira e segunda fases e sobre a eficácia da glicose. Diferentemente dos estudos concentrados principalmente na HbA1c, essa investigação permitiu observar alterações em componentes específicos da regulação glicêmica. Entretanto, a utilização de indicadores distintos daqueles empregados nas demais pesquisas dificulta comparações diretas quanto à magnitude dos benefícios encontrados.

Os resultados relacionados à secreção e à utilização da glicose podem ser compreendidos a partir dos mecanismos fisiológicos associados à contração muscular. Hulett, Scalzo e Reusch (2022) descrevem que o músculo esquelético desempenha papel fundamental na captação da glicose circulante, sendo a contração muscular capaz de estimular seu transporte para as células por mecanismos que não dependem exclusivamente da insulina. Além disso, a prática regular de exercícios está associada a adaptações metabólicas que favorecem a utilização da glicose e a sensibilidade à insulina. Nesse contexto, a associação entre exercícios aeróbicos e resistidos pode reunir diferentes estímulos fisiológicos, contribuindo para explicar as respostas observadas nos estudos incluídos. Contudo, os mecanismos descritos não permitem afirmar que a combinação das modalidades seja necessariamente superior ao treinamento isolado.

A glicemia pós-prandial constituiu outro indicador que apresentou respostas favoráveis. Su et al. (2022), em ensaio clínico randomizado envolvendo 30 mulheres com DM2 e neuropatia autonômica cardiovascular diabética, investigaram os efeitos da associação entre exercícios aeróbicos e resistidos durante 12 semanas. Em comparação ao grupo submetido apenas ao tratamento habitual, as participantes que realizaram exercícios apresentaram reduções da glicemia de jejum e da glicemia duas horas após a alimentação. Também foram identificadas melhorias em marcadores inflamatórios e na função autonômica cardiovascular. Embora os resultados indiquem benefícios metabólicos relevantes, a presença de neuropatia autonômica diferencia essa amostra da população geral com DM2, exigindo cautela na generalização dos achados.

A presença de benefícios que ultrapassam os indicadores glicêmicos tradicionais também foi identificada por Zhang et al. (2024), em revisão sistemática com metanálise envolvendo 16 estudos e 2.426 participantes de meia-idade e idosos com DM2. Os autores verificaram efeitos favoráveis do treinamento combinado sobre a HbA1c, com diferença média padronizada de −0,35 e intervalo de confiança de 95% entre −0,48 e −0,22. Também foram observadas melhorias em indicadores do perfil lipídico, capacidade funcional e qualidade de vida física. Esses resultados ampliam a interpretação dos achados de Su et al. (2022), demonstrando que programas contendo exercícios aeróbicos e resistidos podem produzir adaptações em diferentes componentes da saúde. Entretanto, os benefícios adicionais devem ser compreendidos como desfechos complementares, uma vez que o controle glicêmico constitui o objeto principal desta revisão.

A manutenção das melhorias metabólicas ao longo do tempo apresentou resultados menos favoráveis. Gajanand et al. (2024) observaram que as reduções da HbA1c obtidas após oito semanas de treinamento supervisionado não foram mantidas durante o acompanhamento de 12 meses, período caracterizado por baixa adesão ao exercício autogerido. Esse resultado demonstra que os benefícios alcançados durante intervenções estruturadas podem diminuir quando a continuidade do treinamento passa a depender exclusivamente da organização individual dos participantes. Dessa forma, a resposta glicêmica

não deve ser avaliada apenas ao término da intervenção, sendo necessário considerar a permanência das adaptações após a redução do acompanhamento profissional.

A importância da supervisão também foi discutida por Hou et al. (2023), em revisão sistemática com metanálise em rede envolvendo 106 ensaios clínicos randomizados e 7.438 participantes com DM2. Os autores identificaram benefícios de diferentes modalidades de exercício sobre o controle glicêmico, com resultados mais consistentes para determinadas intervenções supervisionadas. Essa observação apresenta correspondência com os resultados de Gajanand et al. (2024), especialmente quanto à dificuldade de manutenção dos benefícios após a fase supervisionada. Entretanto, é necessário distinguir supervisão de adesão, pois a presença de acompanhamento profissional não garante, isoladamente, a continuidade da prática. Para os profissionais de Educação Física, esses achados reforçam a importância de organizar programas compatíveis com a rotina e as possibilidades de participação dos indivíduos.

Quanto à organização dos protocolos, os estudos incluídos apresentaram diferenças relevantes na duração das intervenções, frequência semanal, intensidade, volume e distribuição dos componentes aeróbico e resistido. Foram investigados programas de oito semanas a 12 meses, com diferentes números de sessões e formas de execução. Enquanto Gajanand et al. (2024) compararam protocolos combinados com diferentes intensidades, Amare, Kiflu e Taddese (2026) investigaram a ordem de realização dos exercícios, e Delevatti et al. (2022) avaliaram intervenções em meio aquático. Essa diversidade demonstra que o treinamento combinado não corresponde a uma única configuração de exercício, dificultando a identificação de características específicas responsáveis pelos melhores resultados glicêmicos.

A influência da quantidade total de exercício foi investigada por Liang et al. (2024), que identificaram uma relação não linear entre a dose de exercício e a redução da HbA1c. Na análise realizada pelos autores, melhorias significativas foram observadas a partir de uma dose total de 840 MET-minutos por semana. Entretanto, esse resultado não permite determinar isoladamente a melhor distribuição entre exercícios aeróbicos e resistidos, tampouco estabelecer uma intensidade ou frequência semanal ideal para todos os indivíduos com DM2. A comparação com os estudos incluídos nesta revisão indica que a quantidade de exercício deve ser considerada em conjunto com a organização do protocolo, as condições clínicas dos participantes e as possibilidades de continuidade da prática.

Entre os resultados metabólicos complementares, Legaard et al. (2022) investigaram os efeitos de uma intervenção intensiva envolvendo exercícios aeróbicos e resistidos associados a mudanças alimentares. A análise secundária de um ensaio clínico randomizado considerou 77 participantes e avaliou marcadores relacionados ao estresse oxidativo. Os autores identificaram redução do marcador de oxidação de RNA 8-oxoGuo, enquanto não foram observadas diferenças entre os grupos para o marcador de oxidação de DNA 8-oxodG. Embora esses achados indiquem possíveis alterações em processos metabólicos associados ao DM2, sua interpretação exige cautela, pois o exercício estava associado à intervenção dietética e o controle

glicêmico não constituiu o desfecho principal dessa análise. Portanto, não é possível atribuir exclusivamente ao treinamento combinado os resultados identificados.

As diferenças entre os resultados também podem ser relacionadas às características das populações investigadas. Kobayashi et al. (2023) avaliaram indivíduos com DM2 e índice de massa corporal inferior a 25 kg/m², enquanto Su et al. (2022) investigaram mulheres com neuropatia autonômica cardiovascular diabética. Piralaiy, Rashidpour e Ismael (2025), por sua vez, incluíram exclusivamente homens, e outros estudos reuniram participantes com diferentes características clínicas e níveis de atividade física. Essas particularidades podem influenciar a resposta ao exercício e dificultam a generalização dos resultados para toda a população adulta com DM2. Além disso, diferenças no tamanho das amostras e nos métodos de avaliação limitam comparações diretas entre os estudos.

Do ponto de vista da aplicação profissional, os resultados desta revisão indicam que o treinamento combinado representa uma possibilidade de intervenção para adultos com DM2, mas sua prescrição deve considerar as condições clínicas, a capacidade funcional, a experiência prévia com exercícios e as possibilidades de adesão. A ausência de superioridade consistente em relação às modalidades isoladas demonstra que a escolha do treinamento não deve ser fundamentada exclusivamente na expectativa de maior redução da HbA1c. Nesse sentido, cabe ao profissional de Educação Física organizar e acompanhar programas individualizados, ajustando intensidade, volume, frequência e progressão conforme as necessidades dos participantes, respeitando as recomendações clínicas e buscando favorecer a continuidade da prática.

Apesar dos resultados favoráveis encontrados, algumas limitações precisam ser consideradas na interpretação das evidências. Os estudos incluídos apresentaram diferenças importantes quanto ao delineamento, tamanho das amostras, duração das intervenções, indicadores avaliados e características dos protocolos. Além disso, algumas pesquisas envolveram intervenções complementares ao exercício ou populações com condições clínicas específicas. A heterogeneidade metodológica dificulta estabelecer relações diretas entre determinadas características do treinamento e a magnitude das respostas glicêmicas. As revisões sistemáticas utilizadas para comparação também apresentaram limitações relacionadas à qualidade das evidências e podem compartilhar estudos primários entre si, o que impede interpretar seus resultados como confirmações totalmente independentes.

Diante dos achados analisados, o treinamento combinado apresenta potencial para contribuir para o controle glicêmico de adultos com DM2, especialmente por possibilitar a associação de estímulos aeróbicos e resistidos em um mesmo programa. Entretanto, os resultados demonstram que os benefícios variam conforme o indicador avaliado, as características dos participantes e a organização das intervenções. A comparação com revisões sistemáticas e metanálises reforça a existência de respostas favoráveis ao exercício físico, mas não sustenta a superioridade universal do treinamento combinado. Permanecem

lacunas relacionadas à definição das combinações mais adequadas de intensidade, volume, frequência e ordem de execução dos exercícios, bem como à manutenção dos benefícios em longo prazo. Investigações futuras com protocolos mais comparáveis e acompanhamento sistemático da adesão poderão contribuir para esclarecer essas questões e fornecer subsídios mais precisos à prescrição profissional.

4 CONCLUSÃO

Os estudos analisados nesta revisão integrativa mostram que o treinamento combinado pode contribuir para o controle glicêmico de adultos com diabetes mellitus tipo 2, com respostas favoráveis em diferentes indicadores metabólicos. As alterações mais relevantes foram observadas na hemoglobina glicada, glicemia de jejum, glicemia pós-prandial e resistência à insulina, além de resultados relacionados à secreção e à utilização da glicose. Contudo, a magnitude dessas respostas não foi uniforme entre as intervenções, o que demonstra que a simples associação entre exercícios aeróbicos e resistidos não determina, isoladamente, o resultado metabólico alcançado.

A comparação entre as modalidades mostrou que o treinamento combinado constitui uma alternativa efetiva, mas não apresentou superioridade consistente em relação aos exercícios aeróbicos ou resistidos realizados isoladamente. Enquanto algumas intervenções combinadas produziram reduções importantes nos indicadores glicêmicos, outros estudos encontraram respostas semelhantes com o exercício aeróbico ou resultados mais expressivos com o treinamento resistido. Assim, os achados não sustentam a escolha de uma modalidade única como a melhor estratégia para todos os adultos com DM2, reforçando a necessidade de considerar as características e necessidades de cada indivíduo.

As diferenças entre os protocolos ajudam a compreender parte da variação encontrada nos resultados. Duração do programa, frequência semanal, intensidade, volume, ordem dos componentes aeróbico e resistido, supervisão e adesão apresentaram configurações distintas entre os estudos. Um aspecto especialmente relevante foi a dificuldade de manutenção dos benefícios quando houve redução da adesão ao exercício após o período supervisionado. Dessa forma, além da estrutura do treinamento, sua continuidade deve ser considerada no planejamento de intervenções voltadas ao controle glicêmico.

Na prática profissional, esses resultados ampliam as possibilidades de prescrição do exercício para pessoas com DM2. O treinamento combinado pode ser empregado como uma das estratégias disponíveis, desde que sua organização considere condições clínicas e funcionais, capacidade física, objetivos e possibilidades reais de adesão. Mais do que reproduzir um protocolo específico, cabe ao profissional de Educação Física ajustar a prescrição e acompanhar sua progressão, buscando conciliar estímulos adequados com uma rotina que possa ser mantida pelo praticante.

Por fim, a heterogeneidade das amostras, dos períodos de intervenção, das formas de treinamento e dos indicadores avaliados ainda limita a definição de uma configuração ideal de treinamento combinado.

Permanecem questões sobre a melhor distribuição entre os componentes aeróbico e resistido, a influência da ordem de execução, a dose de exercício necessária e, principalmente, a manutenção dos efeitos em longo prazo. Estudos com protocolos mais comparáveis, acompanhamento prolongado e controle sistemático da adesão poderão esclarecer essas lacunas e oferecer bases mais precisas para a prescrição do treinamento combinado em adultos com diabetes mellitus tipo 2.

REFERÊNCIAS

AMARAVADI, S. K.; FERREIRA, A. S.; VIGÁRIO, P. S. Comparative effects of combined aerobic and resistance training versus high-intensity interval training on insulin resistance, glycaemic control, body composition and quality of life in type 2 diabetes: a 12-week randomised controlled trial. **PLOS ONE**, v. 20, n. 12, e0336898, 2025. DOI: 10.1371/journal.pone.0336898.

AMARE, F.; KIFLU, A.; TADDESE, A. Impact of exercise sequence in concurrent training on insulin resistance, glycemic control, and blood pressure in type 2 diabetes. **PLOS ONE**, v. 21, n. 1, e0340587, 2026. DOI: 10.1371/journal.pone.0340587.

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION PROFESSIONAL PRACTICE COMMITTEE FOR DIABETES. 2. Diagnosis and classification of diabetes: Standards of Care in Diabetes—2026. **Diabetes Care**, v. 49, supl. 1, p. S27-S49, 2026a. DOI: 10.2337/dc26-S002.

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION PROFESSIONAL PRACTICE COMMITTEE FOR DIABETES. 5. Facilitating positive health behaviors and well-being to improve health outcomes: Standards of Care in Diabetes—2026. **Diabetes Care**, v. 49, supl. 1, p. S89-S131, 2026b. DOI: 10.2337/dc26-S005.

DELEVATTI, R. S. et al. Aquatic aerobic and combined training in management of type 2 diabetes: the Diabetes and Aquatic Training Study (DATS): a randomized clinical trial. **Journal of Physical Activity and Health**, v. 19, n. 8, p. 578-587, 2022. DOI: 10.1123/jpah.2022-0016.

GAJANAND, T. et al. Low-volume combined aerobic and resistance high-intensity interval training in type 2 diabetes: a randomised controlled trial. **BMJ Open Sport & Exercise Medicine**, v. 10, n. 4, e002046, 2024. DOI: 10.1136/bmjsem-2024-002046.

GARCIA, S. P. et al. Effects of exercise training and physical activity advice on HbA1c in people with type 2 diabetes: a network meta-analysis of randomized controlled trials. **Diabetes Research and Clinical Practice**, v. 221, 112027, 2025. DOI: 10.1016/j.diabres.2025.112027.

HOU, L. et al. Exercise modalities for type 2 diabetes: a systematic review and network meta-analysis of randomized trials. **Diabetes/Metabolism Research and Reviews**, v. 39, n. 1, e3591, 2023. DOI: 10.1002/dmrr.3591.

HULETT, N. A.; SCALZO, R. L.; REUSCH, J. E. B. Glucose uptake by skeletal muscle within the contexts of type 2 diabetes and exercise: an integrated approach. **Nutrients**, v. 14, n. 3, p. 647, 2022. DOI: 10.3390/nu14030647.

KOBAYASHI, Y. et al. Strength training is more effective than aerobic exercise for improving glycaemic control and body composition in people with normal-weight type 2 diabetes: a randomised controlled trial. **Diabetologia**, v. 66, n. 10, p. 1897-1907, 2023. DOI: 10.1007/s00125-023-05958-9.

LEGAARD, G. E. et al. Effects of an exercise-based lifestyle intervention on systemic markers of oxidative stress and advanced glycation endproducts in persons with type 2 diabetes: secondary analysis of a randomised clinical trial. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 188, p. 328-336, 2022. DOI: 10.1016/j.freeradbiomed.2022.06.013.

LIANG, Z. et al. The best exercise modality and dose to reduce glycosylated hemoglobin in patients with type 2 diabetes: a systematic review with pairwise, network, and dose-response meta-analyses. **Sports Medicine**, v. 54, n. 10, p. 2557-2570, 2024. DOI: 10.1007/s40279-024-02057-6.

MANNUCCI, E.; BONIFAZI, A.; MONAMI, M. Comparison between different types of exercise training in patients with type 2 diabetes mellitus: a systematic review and network metanalysis of randomized controlled trials. **Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases**, v. 31, n. 7, p. 1985-1992, 2021. DOI: 10.1016/j.numecd.2021.02.030.

PIRALAIY, E.; RASHIDPOUR, A.; ISMAEL, B. R. Differential effects of aerobic, resistance, and combined trainings on first- and second-phase insulin secretion and glucose effectiveness in type 2 diabetes: a randomized controlled trial. **Journal of Diabetes Research**, v. 2025, art. 9922344, 2025. DOI: 10.1155/jdr/9922344.

SU, X.; HE, J.; CUI, J.; LI, H.; MEN, J. The effects of aerobic exercise combined with resistance training on inflammatory factors and heart rate variability in middle-aged and elderly women with type 2 diabetes mellitus. **Annals of Noninvasive Electrocardiology**, v. 27, n. 6, e12996, 2022. DOI: 10.1111/anec.12996.

WHITTEMORE, R.; KNAFL, K. The integrative review: updated methodology. **Journal of Advanced Nursing**, v. 52, n. 5, p. 546-553, 2005. DOI: 10.1111/j.1365-2648.2005.03621.x.

ZAKI, S.; SHARMA, S.; VATS, H. Effectiveness of concurrent exercise training in people with type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. **Physiotherapy Theory and Practice**, v. 40, n. 9, p. 2094-2115, 2024. DOI: 10.1080/09593985.2023.2225717.

ZHANG, J. et al. Effectiveness of combined aerobic and resistance exercise on cognition, metabolic health, physical function, and health-related quality of life in middle-aged and older adults with type 2 diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 105, n. 8, p. 1585-1599, 2024. DOI: 10.1016/j.apmr.2023.10.005.