



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**CAMPUS DARCY RIBEIRO**  
**FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA**  
**CURSO DE EDUCAÇÃO FÍSICA/ BACHARELADO**

Amanda de Moraes Almeida

**EFEITOS DO TREINAMENTO RESISTIDO E AERÓBICO NOS  
MARCADORES GLICÊMICOS E NA SENSIBILIDADE À INSULINA EM  
MULHERES DE MEIA-IDADE E IDOSAS DIAGNOSTICADAS COM  
DIABETES MELLITUS TIPO 2: REVISÃO NARRATIVA**

Amanda de Moraes Almeida

**EFEITOS DO TREINAMENTO RESISTIDO E AERÓBICO NOS  
MARCADORES GLICÊMICOS E NA SENSIBILIDADE À INSULINA EM  
MULHERES DE MEIA-IDADE E IDOSAS DIAGNOSTICADAS COM  
DIABETES MELLITUS TIPO 2: REVISÃO NARRATIVA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado  
no curso de Educação Física na graduação da  
Universidade de Brasília.

Orientadora: Prof Dra. Lídia Bezerra

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho, com profundo carinho, à minha mãe, cujo apoio e amor incondicional sustentaram cada etapa da minha trajetória acadêmica e pessoal. Estendo a dedicatória à minha irmã, agradeço pelo apoio constante, e pelas palavras de incentivo nos momentos mais desafiadores. Esta conquista é, sobretudo, resultado de tudo que construímos juntas.

## **NOTA EXPLICATIVA**

O presente Trabalho de Conclusão de Curso foi elaborado no formato de artigo científico, em conformidade com as diretrizes estabelecidas pelo regulamento de TCC da Universidade de Brasília (UnB). Para a estruturação do manuscrito, adotaram-se os parâmetros editoriais da revista brasileira *Ciência em Movimento (RBCM Brazilian)*, cujas normas específicas encontram-se anexadas ao final deste documento.

## RESUMO

O Diabetes Mellitus tipo 2 caracteriza-se por hiperglicemia decorrente da produção insuficiente de insulina e/ou sua utilização inadequada, sendo especialmente comum entre mulheres de meia-idade e idosas. Este estudo analisou os efeitos dos treinamentos resistido e aeróbico, isolados ou combinados, sobre marcadores glicêmicos e sensibilidade à insulina nessa população. A revisão narrativa incluiu estudos publicados entre 2015 e 2025 nas bases PubMed, Web of Science, Embase e Scopus, que avaliaram glicemia de jejum, HbA1c, HOMA-IR, ApoJ, omentina-1, FGF23 e s-Klotho. Sete estudos foram incluídos. O treinamento combinado mostrou maior eficácia, reduzindo HOMA-IR, ApoJ e gordura corporal, além de aumentar a massa muscular. O resistido isolado reduziu glicemia de jejum e HbA1c, enquanto o aeróbico melhorou composição corporal e marcadores inflamatórios. Alguns estudos também observaram elevação de FGF23 e s-Klotho, indicando benefícios metabólicos adicionais. Conclui-se que o exercício físico, especialmente o treinamento combinado, é estratégia não farmacológica eficaz para melhorar marcadores metabólicos em mulheres de meia-idade e idosas com diabetes tipo 2, apesar das limitações metodológicas da literatura.

## ABSTRACT

Type 2 Diabetes Mellitus is characterized by hyperglycemia resulting from insufficient insulin production and/or impaired insulin utilization, being especially common among middle-aged and older women. This study analyzed the effects of resistance and aerobic training, performed alone or in combination, on glycemic markers and insulin sensitivity in this population. This narrative review included studies published between 2015 and 2025 in the PubMed, Web of Science, Embase, and Scopus databases, which evaluated fasting glucose, HbA1c, HOMA-IR, ApoJ, omentin-1, FGF23, and s-Klotho. Seven studies were included. Combined training showed greater effectiveness, reducing HOMA-IR, ApoJ, and body fat, in addition to increasing muscle mass. Isolated resistance training reduced fasting glucose and HbA1c, while aerobic exercise improved body composition and inflammatory markers. Some studies also reported increases in FGF23 and s-Klotho, indicating additional metabolic benefits. It is concluded that physical exercise, especially combined training, is an effective non-pharmacological strategy to improve metabolic markers in middle-aged and older women with type 2 diabetes, despite methodological limitations in the literature.

**Palavras chaves:** Diabetes Mellitus tipo 2; Treinamento resistido; Treinamento aeróbico; Treinamento combinado; Mulheres de meia-idade e idosas; Controle glicêmico; Resistência à insulina.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>7</b>
<b>2 METODOLOGIA.....</b>	<b>10</b>
<b>2.1 Critérios de elegibilidade.....</b>	<b>10</b>
<b>2.2 Estratégia de busca .....</b>	<b>11</b>
<b>2.3 Avaliação da qualidade metodológica / risco de viés .....</b>	<b>11</b>
<b>3. RESULTADOS .....</b>	<b>12</b>
<b>4 DISCUSSÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>17</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>19</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>21</b>
1. <b>Regras da revista brasileira ciência e movimento .....</b>	<b>21</b>
2. <b>Figura 1 Fluxograma de seleção dos estudos. .....</b>	<b>21</b>
3. <b>Tabela 1 - Resultados. .....</b>	<b>22</b>

## 1 INTRODUÇÃO

De acordo com a Organização Mundial da Saúde<sup>1</sup>, o diabetes é uma condição metabólica crônica definida pela incapacidade do organismo de produzir insulina de forma adequada ou utilizá-la corretamente. A ação inadequada desse hormônio pode resultar em hiperglicemia, caracterizada por níveis persistentemente elevados de glicose no sangue, levando, a longo prazo, a danos progressivos em diversos sistemas do organismo, especialmente vasos sanguíneos e nervos.

A pesquisa Vigitel, realizada em 27 capitais brasileiras, mostrou que entre os 10,2% de indivíduos diagnosticados com a doença, a prevalência foi maior entre mulheres (11,1%) do que entre homens (9,1%)<sup>2</sup>. Além disso, dados divulgados pela Organização Mundial da Saúde indicam que cerca de 8% das mulheres no mundo convivem com a doença<sup>3</sup>.

O diabetes apresenta alta prevalência em adultos mais velhos, afetando aproximadamente 29% dos indivíduos com idade superior a 65 anos<sup>4</sup>. Mulheres menopáusicas e pós-menopáusicas têm maior suscetibilidade ao desenvolvimento da doença devido à redução progressiva do estrogênio ovariano durante a transição menopausal. Esse declínio hormonal está associado ao aumento da resistência à insulina, ao acúmulo de gordura abdominal, ao maior IMC e à diminuição da tolerância à glicose, além de prejudicar a função das células  $\beta$  pancreáticas, contribuindo para o risco elevado de diabetes tipo 2 nesse grupo<sup>5</sup>. Ademais, quando a menopausa ocorre precocemente, o risco de diabetes aumenta em aproximadamente 24% em comparação à menopausa em idade considerada típica<sup>6</sup>.

A inatividade física é um dos principais fatores associados ao desenvolvimento de doenças crônicas, como o diabetes. O excesso de peso, especialmente a gordura acumulada na região abdominal, contribui diretamente para o desequilíbrio glicêmico. O diabetes tipo 2 é a forma mais prevalente, representando entre 90% e 95% dos casos no Brasil. O exercício físico desempenha papel fundamental no controle glicêmico, sobretudo entre indivíduos com a doença<sup>7</sup>. O Ministério da Saúde recomenda que idosos realizem pelo menos 75 minutos semanais de atividade física vigorosa ou 150 minutos de atividade moderada, podendo combinar ambas<sup>8</sup>.

Em razão do envelhecimento e da pós-menopausa, mulheres idosas com diabetes tipo 2 apresentam um conjunto específico de vulnerabilidades, incluindo acúmulo de gordura visceral,

maior resistência à insulina, risco elevado de distúrbios cardiometabólicos e sarcopenia. A prática regular de exercícios físicos constitui uma estratégia essencial de intervenção. O treinamento resistido auxilia na manutenção da força e da massa muscular, melhora a sensibilidade à insulina e reduz o risco de quedas, enquanto o exercício aeróbico favorece a redução da gordura abdominal, o controle glicêmico e o aumento da capacidade cardiorrespiratória. Dessa forma, recomenda-se que adultos com diabetes tipo 2 realizem de 2 a 3 sessões semanais de treinamento resistido, além de pelo menos 150 minutos de exercício aeróbico moderado<sup>9</sup>.

A literatura científica confirma que tanto o treinamento resistido quanto o aeróbico proporcionam benefícios consideráveis para indivíduos com diabetes tipo 2, como melhora da capacidade funcional, da sensibilidade à insulina, da composição corporal e do controle glicêmico<sup>10,11,12</sup>. Entre mulheres pós-menopáusicas, estudos indicam que o treinamento combinado reduz marcadores metabólicos como ApoJ e HOMA-IR/HOMA-IR (Homeostasis Model Assessment of Insulin Resistance), além de favorecer a diminuição da gordura corporal e o aumento de massa muscular<sup>13,14</sup>. Assim, o treinamento combinado mostra-se mais eficaz do que as modalidades isoladas em indivíduos de meia-idade e idosos com diabetes tipo 2<sup>15,16</sup>.

O exercício físico regular promove modificações fisiológicas relevantes em indivíduos com diabetes mellitus tipo 2 (DM2), em razão da ativação de mecanismos celulares e moleculares específicas. A ativação da proteína quinase ativada por AMP (AMPK) e as adaptações mitocondriais decorrentes do treinamento constituem fatores determinantes para a melhora da sensibilidade à insulina e do metabolismo energético. Durante a contração muscular, ocorre a translocação do transportador GLUT4 para a membrana das fibras musculares, maximizando a captação de glicose de forma independente da insulina. Esse mecanismo contribui de maneira significativa para a melhoria do controle glicêmico<sup>17</sup>.

Entretanto, apesar dos avanços observados, verifica-se a ausência de padronização de variáveis de prescrição, como o tipo de equipamento utilizado, tempo de descanso, velocidade de execução, volume e intensidade, aspectos frequentemente omitidos ou abordados de maneira superficial nos ensaios examinados. Essa ausência de rigor metodológico compromete a reproduzibilidade dos protocolos e limita sua aplicação prática em intervenções clínicas e comunitárias. Portanto, há necessidade de ensaios clínicos que descrevam esses parâmetros de forma detalhada, especialmente em mulheres idosas, menopausadas ou na pós-menopausa com diabetes tipo 2.

Ademais, diante da crescente prevalência da doença entre mulheres de meia-idade e idosas, este estudo tem como objetivo analisar os efeitos do treinamento resistido e do treinamento aeróbico, isolados ou combinados, sobre marcadores glicêmicos e a sensibilidade à insulina nessa população, buscando compreender seus impactos fisiopatológicos e seu papel como estratégia não medicamentosa de controle e prevenção dos principais desfechos metabólicos relacionados ao diabetes tipo 2.

## 2 METODOLOGIA

O presente estudo consiste em uma revisão narrativa cujo objetivo foi investigar e sistematizar a literatura existente sobre os efeitos dos treinamentos resistido e aeróbico, isolados ou combinados, em mulheres de meia idade e idosas com diagnóstico de diabetes mellitus tipo 2.

A variável dependente considerada foi a resposta metabólica ao exercício, expressa por indicadores de sensibilidade à insulina (como HOMA-IR, omentina-1, ApoJ, s-Klotho) e parâmetros de controle glicêmico, tais como glicemia de jejum e HbA1c.

Foram selecionados estudos que atendiam ao recorte temático, abrangendo mulheres pós-menopausa/idosas com diabetes tipo 2 submetidas ao treinamento resistido e/ou treinamento aeróbico. Priorizaram-se estudos de alta confiabilidade, publicados em periódicos de alto impacto, com DOI ou indexação PubMed, que foram publicados entre os anos de 2015 a 2025.

A triagem de estudos foi realizada por meio da plataforma Rayyan. Dos 47 artigos identificados inicialmente, 7 foram selecionados de acordo com os critérios de inclusão estabelecidos.

### 2.1 Critérios de elegibilidade

Os estudos empregados na presente pesquisa serão do tipo: ensaio clínico randomizado (convencional, cruzado ou controlado) e revisão sistemática com meta-análise que analisaram os efeitos do treinamento resistido e/ou aeróbico, combinados ou isolados, com duração mínima de quatro semanas, em mulheres de meia idade e/ou idosas com diabetes tipo 2.

Os critérios de elegibilidade foram efetuados utilizando o acrônimo PICOT:

P - População: mulheres  $\geq 45$  anos diagnosticadas com diabetes mellitus tipo 2.

I - Intervenção: treinamento aeróbico isolado, treinamento resistido isolado ou treinamento combinado (TR + aeróbico).

C - Comparador: considerando tratar-se de uma revisão narrativa, foram incluídos estudos com grupo controle, grupos comparativos ou sem comparador.

O - Desfechos: marcadores glicêmicos e sensibilidade à insulina.

T - Tipo de estudo: ensaio clínico randomizado (cruzado, convencional ou controlado), estudo clínico experimental e revisão sistemática com meta-análise.

## 2.2 Estratégia de busca

As buscas foram realizadas nas bases de dados PubMed (Medline), Web of Science (WOS), Embase e Scopus. Como estratégia adicional de pesquisa, efetuou-se busca manual nas listas de referências de estudos relevantes a fim de identificar possíveis artigos não recuperados pela busca eletrônica. Esses estudos adicionais foram avaliados conforme os mesmos critérios de inclusão.

A busca foi limitada a artigos publicados em inglês entre 2015 e 2025. Utilizaram-se os descritores: “Diabetes Mellitus Type 2”, “Insulin Resistance”, “Resistance Training”, “Resistance Exercise”, “Aerobic Training”, “Elderly Women” e, como palavras-chave, “Postmenopausal Women”, “HOMA-IR” e “Non-Insulin-Dependent Diabetes”.

Foram considerados elegíveis estudos completos, publicados em periódicos indexados, que apresentassem dados quantitativos sobre ao menos um dos desfechos de interesse (HbA1c, glicemia de jejum, HOMA-IR etc.) e que incluíssem mulheres  $\geq 45$  anos com diabetes tipo 2.

## 2.3 Avaliação da qualidade metodológica / risco de viés

A avaliação da qualidade metodológica e do risco de viés dos estudos incluídos foi realizada com base em cinco domínios principais:

- 1 - desvios das intervenções;
- 2 - randomização e ocultação da alocação;
- 3 - mensuração dos desfechos;
- 4 - dados incompletos;
- 5 - seleção dos resultados reportados.

Essa análise permitiu identificar possíveis limitações que pudessem ter influenciado os achados, como curta duração das intervenções e tamanho amostral reduzido. Cada domínio foi classificado como de baixo, moderado ou alto risco de viés.

A descrição completa das etapas de seleção dos estudos, incluindo identificação nas bases, critérios de exclusão e inclusão, encontra-se sistematizada nos anexos, em tópico 2 – figura 1, onde é apresentado o fluxograma correspondente.

### 3. RESULTADOS

Nesta pesquisa, foram incluídos sete estudos: um que avaliou exclusivamente o treinamento aeróbico, três que utilizaram protocolos combinados (TR + aeróbico), um que avaliou separadamente o treinamento resistido e dois que comparou separadamente as duas modalidades. A maior parte dos estudos demonstrou melhora significativa de marcadores metabólicos em mulheres com diabetes tipo 2, especialmente em mulheres idosas e pós-menopáusicas. Entre os principais achados, destacam-se reduções no HOMA-IR (Homeostasis Model Assessment of Insulin Resistance), diminuição do percentual de gordura e, consequentemente, do peso corporal, além de redução da resistência à insulina e aumento da densidade muscular, ainda que os protocolos e intensidades de treinamento tenham variado entre os estudos. As intervenções tiveram duração entre 4 e 16 semanas; contudo, os resultados mais expressivos foram observados em protocolos mais longos, de 12 a 16 semanas. A síntese dos principais resultados encontra-se descritas na Tabela 1, disponível no Anexo ao final do documento.

No estudo de Jeon et al.<sup>13</sup> identificaram-se os efeitos de uma intervenção combinada de exercícios aeróbicos e resistidos, realizada por 12 semanas (3x/semana) em mulheres pós-menopáusicas com diabetes mellitus tipo 2. Observou-se que a redução nos níveis de ApoJ correlacionou-se inversamente com a melhoria da sensibilidade à insulina e com o aumento da massa muscular, indicando que essa proteína pode refletir alterações metabólicas decorrente do exercício e atuar como biomarcador. A amostra foi composta inicialmente por 52 participantes, divididas em grupo exercício (EXE) e grupo controle (CON), porém ao final, 45 foram randomizadas e 34 analisadas (20 EXE + 14 CON). A intervenção aeróbica (folk dance) foi realizada com intensidade leve da primeira à quarta semana, e moderada da quinta a décima segunda semana com duração de 20 minutos, em contrapartida o TR incorreu com intensidade de 70% do 1RM estimado, com duração de 30 minutos por sessão e foram executados 9 exercícios (supino, agachamento, rosca de bíceps, remada sentada, flexão de joelhos, abdominal, extensão de joelhos, desenvolvimento acima da cabeça, leg press sentado. A intervenção resultou em queda significativa nos níveis de ApoJ, com redução de 26,3% na oitava semana e 19,4% na décima segunda semana ( $p < 0,05$ ), além de reduções no HOMA-IR, no percentual de gordura e no peso corporal. Assim, sugere-se que o aumento de massa muscular posterior ao treinamento está associado à melhora da resistência à insulina.

De forma semelhante, o estudo de Aminilari et al.<sup>18</sup> reforçou a hipótese de que a intervenção combinada (aeróbico + resistido), quando comparada aos treinamentos isolados, é mais eficaz na redução da resistência à insulina e na melhora do perfil metabólico em mulheres

de meia-idade com diabetes tipo 2. A intervenção, realizada durante 12 semanas(3x/semana), em 52 mulheres, resultou em aumento significativo dos níveis séricos de omentina-1, adipocina associada à sensibilidade insulínica, e em redução expressiva do HOMA-IR no grupo combinado. Utilizou-se como intervenção do treinamento aeróbico, aquecimento de 20 minutos (alongamento + corrida leve), na parte principal foi realizados 25 minutos em ciclo ergômetro com intensidade de 50%–55% da FCmáx e por fim, desaceleração com alongamento e corrida leve. No treinamento resistido foram realizados 20 minutos de aquecimento e na seção principal, 8 séries de 8 repetições de 6 exercícios, sendo eles, abdominal, extensão de pernas, panturrilha sentado, flexão de pernas, tríceps e bíceps com intensidade de 50%–55% de 1RM. No combinado manteve o mesmo padrão de aquecimento e recuperação, na seção principal foi realizado metade do tempo em TA e a outra metade TR, mesma intensidade de cada protocolo isolado, a cada duas semanas o protocolo sofreu acréscimo de 5% na intensidade e progressão de 5 minutos no tempo de treino. Na decima segunda semana a intensidade variou de 5.5 MET a 7.1 MET.

Em consonância com esses achados, a revisão sistemática e meta-análise de Valenti et al.<sup>16</sup> também identificou reduções significativas no HOMA-IR em 83 mulheres pós-menopáusicas com DM2 submetidas ao treinamento combinado. No entanto, os valores de HbA1c não atingiram significância estatística.

Ademais, embora o estudo de Tan et al.<sup>19</sup> tenha adotado um protocolo predominantemente aeróbico, os resultados demonstraram eficácia na melhora da resistência à insulina e da composição corporal em 31 mulheres idosas ( $\geq 60$  anos) com diabetes tipo 2. A intervenção, realizada por 12 semanas (3x/semana) na intensidade de máxima oxidação de gordura (FATmax), resultou em reduções significativas na gordura visceral e total, além de aumento da massa magra. Também houve diminuição expressiva no HOMA-IR e melhora no índice de Matsuda, indicando maior sensibilidade insulínica. O treinamento elevou os níveis de adiponectina e reduziu leptina e proteína sérica glicada, sugerindo melhora da inflamação sistêmica e da homeostase glicêmica.

Em contrapartida, o estudo de Wang et al.<sup>20</sup>, que avaliou exclusivamente o treinamento resistido (TR), revelou por meio das subanálises por sexo, que entre mulheres de meia-idade e idosas com diabetes tipo 2, o TR promoveu redução da glicemia de jejum (MD  $-17,88$  mg/dL; IC 95%  $-33,08$  a  $-2,68$ ), além de uma diminuição significativa da HbA1c (MD  $-0,66\%$ ; IC 95%  $-1,01$  a  $-0,31$ ), indicando melhora relevante no controle glicêmico. Por outro lado, os resultados referentes ao HOMA-IR não apresentaram significância estatística nas análises conduzidas exclusivamente com mulheres. As intervenções variaram entre 8 e 52 semanas de

duração, foram utilizadas máquinas de peso, pesos livres, faixas elásticas e dispositivos pneumáticos, os protocolos incluíram de 5 a 20 repetições por série e 1 a 4 séries por exercício com intensidade de 1RM, inicialmente com 40-65% e progressão para 70-85%, e envolveram exercícios voltados para grandes grupos musculares

Já o estudo de Ghadamyari et al.<sup>21</sup> avaliou separadamente os efeitos de 8 semanas de treinamento resistido (TR) e aeróbico (endurance) sobre índices metabólicos, cardiovasculares e taxas séricas de FGF23 e s-Klotho em 30 mulheres pós-menopáusicas com diabetes tipo 2, distribuídas em 3 grupos: endurance, TR e controle. Ambos os treinamentos reduziram a glicemia de jejum e da insulinemia além de aumentarem os níveis séricos de FGF23 e s-Klotho, biomarcadores associados à sensibilidade insulínica e ao estado metabólico. O grupo aeróbico demonstrou maiores melhorias no perfil lipídico, redução significativa do percentual de gordura corporal, pressão arterial sistólica e frequência cardíaca, quando comparado ao TR que apresentou efeitos semelhantes, porém menos intensos. Observou-se ainda redução significativa da HbA1c e da glicemia de jejum no grupo aeróbico, ao passo que, no grupo de TR as reduções desses parâmetros foram menos expressivas. Em ambos os grupos, houve diminuição significativa da insulina plasmática. As correlações indicaram relação negativa entre s-Klotho e glicemia de jejum ( $r = -0,727$ ;  $p < 0,001$ ) e relação positiva entre FGF23 e s-Klotho ( $r = 0,683$ ;  $p < 0,001$ ), sugerindo melhora da homeostase da glicose.

Por fim, Garçês et al.<sup>22</sup> investigaram os efeitos da ordem de execução do treinamento resistido e aeróbico sobre pressão arterial, variabilidade da frequência cardíaca (VFC) e glicemia em 15 mulheres pós-menopáusicas com diabetes tipo 2. As participantes realizaram três sessões experimentais: resistido seguido de aeróbico (RA), aeróbico seguido de resistido (AR) e controle (repouso), ambos com 30 minutos de duração cada modalidade, sendo o aeróbico uma caminhada na esteira com intensidade de 50-60% da reserva de frequência cardíaca, e no TR foram feitos cinco exercícios em ordem fixa (supino com barra, Leg press 180°, remada sentada com cabo, agachamento com halteres livres e desenvolvimento de ombro em máquina), cada exercício com 3 séries de 8-12 repetições máximas e 1 minuto de intervalo. A sessão AR apresentou maior redução da glicemia e da área sob a curva glicêmica ( $p < 0,01$ ) durante o exercício, quando comparada às sessões RA e controle ( $p < 0,05$ ). No entanto, ambas as sequências de exercício promoveram redução glicêmica no período pós-exercício. Assim, iniciar a sessão combinada pelo exercício aeróbico parece otimizar o controle glicêmico, sem afetar negativamente a modulação autonômica cardíaca.

## 4 DISCUSSÃO

Embora os resultados observados nos estudos incluídos sejam relevantes, é importante destacar suas limitações metodológicas. A maior parte das pesquisas apresenta intervenções de curta duração, variando entre 4 e 12 semanas, além de amostras reduzidas, o que limita a generalização dos achados. Outro ponto crítico é a ausência de controle de variáveis que podem influenciar significativamente os desfechos metabólicos e glicêmicos, como uso de medicações, fatores dietéticos e condições hormonais.

Na revisão de Valenti et al.<sup>16</sup> os autores destacam a fragilidade das evidências disponíveis, reforçando a necessidade de ensaios clínicos randomizados com maior rigor metodológico. Além disso, considerando a natureza crônica do diabetes tipo 2 e os efeitos contínuos do hipoestrogenismo pós-menopausa, observa-se uma lacuna importante: a falta de acompanhamento longitudinal após o término das intervenções, o que impede avaliar a sustentabilidade das adaptações metabólicas obtidas.

Em comparação com estudos internacionais, os achados desta revisão corroboram a ideia de que a combinação entre treinamento resistido (TR) e treinamento aeróbico apresenta melhores resultados sobre o controle metabólico e a resistência à insulina quando comparada às modalidades isoladas. Aminilari et al.<sup>18</sup> mostraram que apenas o protocolo combinado foi capaz de aumentar significativamente os níveis séricos de omentina-1, adipocina relacionada à sensibilidade insulínica. Por sua vez, Jeon et al.<sup>13</sup> observaram reduções expressivas na apolipoproteína J (ApoJ), marcador associado à resistência à insulina. Em ambos os casos, a modulação dessas adipocinas sugere que o exercício combinado exerce influência positiva sobre a composição corporal e a homeostase glicêmica.

De maneira semelhante, Ghadamyari et al.<sup>21</sup> relataram elevação dos níveis de FGF23 e s-Klotho após exercícios aeróbicos e resistidos, indicando efeitos positivos no eixo VitD–FGF23–Klotho, fundamental para o metabolismo glicídico. Já Tan et al.<sup>19</sup> demonstraram que o treinamento conduzido na intensidade de máxima oxidação de gordura (FATmax) reduziu significativamente o percentual de gordura visceral e a resistência insulínica, sugerindo que intensidades individualizadas podem aprimorar a resposta metabólica em mulheres idosas com diabetes tipo 2. Complementarmente, Garcês et al.<sup>22</sup> ampliaram o entendimento sobre a prescrição de exercícios ao mostrar que a ordem aeróbico → resistido otimiza a redução da glicemia durante a sessão.

De modo geral, a interpretação dos autores aponta que os efeitos favoráveis do exercício sobre os marcadores metabólicos decorrem de mecanismos fisiológicos complementares. Enquanto o treinamento aeróbico aumenta a oxidação de ácidos graxos e favorece o controle glicêmico, o treinamento resistido promove o aumento da massa muscular e da captação periférica de glicose. A interação entre essas adaptações pode explicar o maior impacto observado nas intervenções combinadas.

Além disso, a resposta positiva de biomarcadores como ApoJ, omentina-1, s-Klotho, FGF23 e HOMA-IR sugere que os efeitos do exercício ultrapassam o controle glicêmico tradicional, influenciando processos endócrino-metabólicos sistêmicos. Ainda assim, os autores são unâimes ao afirmar que a magnitude dessas respostas depende da intensidade, da ordem dos exercícios, da frequência semanal e do estado clínico e hormonal das participantes.

Em síntese, apesar da escassez de ensaios robustos que fortaleçam as evidências existentes, a literatura converge ao indicar que o exercício físico, especialmente quando aplicado de forma combinada e personalizada, constitui uma estratégia não farmacológica eficaz para melhorar a tolerância à insulina em mulheres de meia-idade e idosas pós-menopausa com diabetes mellitus tipo 2.

## 5 CONCLUSÃO

Em termos gerais, os estudos avaliados evidenciam que o treinamento resistido (TR) isolado, o treinamento aeróbico isolado ou a combinação de ambos proporcionam efeitos benéficos em mulheres idosas e pós-menopáusicas com diabetes tipo 2. Embora não tenham sido observadas mudanças significativas na hemoglobina glicada (HbA1c), o treinamento combinado demonstrou reduzir de maneira expressiva a resistência à insulina e favorecer a melhora de marcadores como omentina-1, apolipoproteína J e HOMA-IR, além de promover redução da composição corporal e aumento da massa magra. Esses achados reforçam a potencialização da resposta metabólica do TR combinado, apesar da baixa certeza científica decorrente das limitações metodológicas dos estudos analisados.

Em contrapartida, o treinamento resistido isolado em mulheres de meia-idade e idosas com diabetes tipo 2 exerce efeito significativo nos marcadores glicêmicos como redução da glicemia de jejum e HbA1c. Esses resultados podem ser explicados pelo aumento da massa muscular promovida pelo TR, maior translocação do transportador GLUT-4 para a membrana celular e melhora da captação periférica de glicose. Esse grupo apresenta maior tendência à resistência à insulina e declínio acentuado da massa magra após a menopausa, por esse motivo esses processos são especialmente relevantes nessas mulheres. De maneira geral, embora sejam necessários mais ensaios clínicos desagregados por sexo, os resultados do subgrupo feminino demonstraram que as mulheres com diabetes tipo 2 juntamente com o fator envelhecimento, tendem a ter maior sensibilidade à insulina aos efeitos do exercício de força sobre glicemia e HbA1c.

Ademais, reduções significativas na composição corporal e melhorias na sensibilidade à insulina também foram observadas em mulheres submetidas ao treinamento na intensidade de máxima oxidação de gordura (FATmax). O exercício físico mostrou ainda efeito positivo sobre o eixo VitD–FGF23–Klotho e sobre o metabolismo glicídico, elevando os níveis séricos de FGF23 e s-Klotho.

Os achados indicam que a ordem de execução dos exercícios pode otimizar a redução da glicemia e da pressão arterial, sugerindo que iniciar a sessão com exercício aeróbico pode potencializar esses resultados. Assim, o exercício físico, especialmente em sua forma combinada (TR + aeróbico), constitui uma abordagem não farmacológica altamente efetiva para a regulação metabólica em mulheres idosas e pós-menopáusicas com diabetes tipo 2.

Em síntese, estudos futuros devem priorizar intervenções mais longas, detalhadas e sistematizadas, incluindo informações como número de repetições, velocidade das fases concêntrica e excêntrica, variação de intensidades e tempo de descanso. Também se faz necessária a comparação entre diferentes formas de resistência no TR (faixas elásticas, peso corporal, máquinas, pesos livres etc.), a fim de identificar quais protocolos promovem adaptações funcionais e metabólicas mais eficientes para mulheres idosas e pós-menopáusicas com diabetes tipo 2.

## REFERÊNCIAS

1. Organização Mundial da Saúde. Diabetes [Internet]. Genebra: OMS; 2025 [citado 2025 Nov 11]. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/diabetes>
2. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Vigitel Brasil 2023: morbidade referida e autoavaliação de saúde. Brasília: Ministério da Saúde; 2023.
3. Organização Mundial da Saúde. World Diabetes Day 2017 [Internet]. Genebra: OMS; 2017 [citado 2025 Nov 26]. Disponível em: <https://www.who.int/campaigns/world-diabetes-day/2017>
4. American Diabetes Association. 13. Older adults: Standards of Care in Diabetes—2025. *Diabetes Care*. 2025;48(Suppl 1):S266–82. doi:10.2337/dc25-S013.
5. Wang M, Gan W, Kartsonaki C, et al. Menopausal status, age at natural menopause and risk of diabetes in China: a 10-year prospective study of 300,000 women. *Nutr Metab (Lond)*. 2022;19:7. doi:10.1186/s12986-022-00643-x.
6. Yazdkhasti M, Jafarabady K, Shafiee A, et al. The association between age of menopause and type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Nutr Metab (Lond)*. 2024;21:87. doi:10.1186/s12986-024-00858-0.
7. Sociedade Brasileira de Diabetes. Sedentarismo aumenta o risco de diabetes [Internet]. Profissional SBD; 2024 Nov 21 [citado 2025 Nov 18]. Disponível em: <https://profissional.diabetes.org.br/sedentarismo-aumenta-o-risco-de-diabetes/>
8. Brasil. Ministério da Saúde. Departamento de Promoção da Saúde. Guia de atividade física para a população brasileira [Internet]. Brasília: Ministério da Saúde; 2021 [citado 2025 Nov 11]. Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia\\_atividade\\_fisica\\_populacao\\_brasileira.pdf](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_atividade_fisica_populacao_brasileira.pdf)
9. American Diabetes Association. Standards of care in diabetes—2024. *Diabetes Care*. 2024;47(Suppl 1). Disponível em: [https://diabetesjournals.org/care/issue/47/Supplement\\_1](https://diabetesjournals.org/care/issue/47/Supplement_1) [citado 2025 Nov 13].
10. Castaneda C, Layne JE, Munoz-Orians L, et al. A randomized controlled trial of resistance exercise training to improve glycemic control in older adults with type 2 diabetes. *Diabetes Care*. 2002;25(12):2335–41. doi:10.2337/diacare.25.12.2335.
11. Simpson KA, Singh MA, et al. Progressive resistance training and type 2 diabetes in older adults (GREAT2DO study): methods and baseline cohort characteristics of a randomized controlled trial. *Trials*. 2015;16:512. doi:10.1186/s13063-015-1037-y.
12. Al Ozairi E, et al. The effect of home-based resistance exercise training in people with type 2 diabetes: a randomized controlled trial. *Diabetes Metab Res Rev*. 2023;39(7):e3677. doi:10.1002/dmrr.3677.
13. Jeon YK, et al. Combined aerobic and resistance exercise training reduces circulating apolipoprotein J levels and improves insulin resistance in postmenopausal diabetic women. *Diabetes Metab J*. 2020;44(1):103–12. doi:10.4093/dmj.2018.0160.
14. Rossi FE, Buonani C, et al. Effect of combined aerobic and resistance training in body composition of obese postmenopausal women. *Motriz*. 2015;21(1):61–7. doi:10.1590/S1980-65742015000100008.
15. Zhang J, et al. Effectiveness of combined aerobic and resistance exercise on cognition, metabolic health, physical function, and quality of life in adults with type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil*. 2024;105(8):1585–99. doi:10.1016/j.apmr.2023.10.005.

16. Valenti VE, et al. Efeito do exercício aeróbico combinado com treinamento de resistência em mulheres pós-menopáusicas com diabetes tipo 2: revisão sistemática e meta-análise. *Gynecol Endocrinol*. 2025;41(1). doi:10.1080/09513590.2025.2450338.
17. Franca R da. Exercício físico e mecanismos moleculares da captação de glicose no Diabetes tipo 2: revisão integrativa. *Disciplinarum Scientia | Saúde*. 2021;22(2):1–15.
18. Aminilari Z, et al. The effect of 12 weeks aerobic, resistance, and combined exercises on omentin-1 levels and insulin resistance among type 2 diabetic middle-aged women. *Diabetes Metab J*. 2017;41:205–12. doi:10.4093/dmj.2017.41.3.205.
19. Tan S, et al. Exercise training at maximal fat oxidation intensity for older women with type 2 diabetes. *Int J Sports Med*. 2018;39:374–81. doi:10.1055/a-0573-1509.
20. Wang J, et al. Resistance training enhances metabolic and muscular health and reduces systemic inflammation in adults with type 2 diabetes: systematic review and meta-analysis. *Diabetes Res Clin Pract*. 2025;229:112941. doi:10.1016/j.diabres.2025.112941.
21. Ghadamayri N, et al. The effect of 8 weeks of endurance and resistance exercises on serum levels of FGF23 and s-Klotho in type 2 diabetic women. *Int J Diabetes Dev Ctries*. 2025;45(2):472–9. doi:10.1007/s13410-024-01343-3.
22. Garcês CP, et al. Effects of acute aerobic and resistance exercise execution order on glycemia, blood pressure, and heart rate variability in postmenopausal women with type 2 diabetes mellitus: randomized controlled trial. *J Bodyw Mov Ther*. 2025;43:310–7. doi:10.1016/j.jbmt.2025.05.009.

## ANEXOS

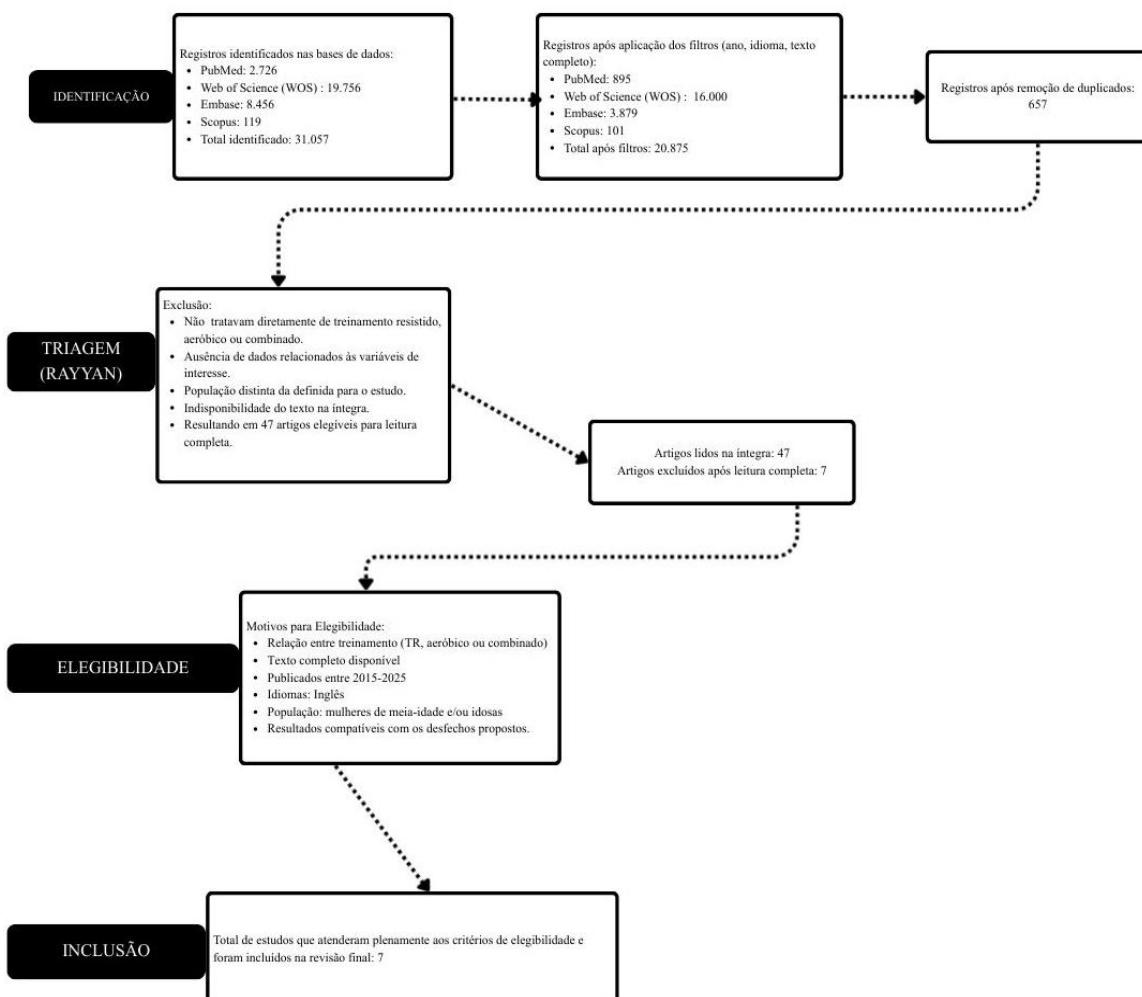
### 1. Regras da revista brasileira ciência e movimento

as normas completas podem ser acessadas através do link:



Normas da revista  
ciencia e movimento

### 2. Figura 1 - Fluxograma de seleção dos estudos.



### 3. Tabela 1 - Resultados.

Treinamento resistido (TR) isolado			
Estudo	População	Intervenção	Principais resultados
Wang et al. (2025)	Mulheres $\geq 45$ anos com DM2	TR (8–52 semanas), 40–85% 1RM, grandes grupos musculares	Redução da glicemia de jejum ( $-17,88$ mg/dL) e HbA1c ( $-0,66\%$ ). HOMA-IR sem significância em mulheres. Benefícios metabólicos atribuídos ao aumento da massa muscular.
Treinamento aeróbico isolado			
Estudo	População	Intervenção	Principais resultados
Tan et al. (2018)	Mulheres $\geq 60$ anos com DM2	Aeróbico na intensidade FATmax, 12 semanas	Redução significativa da gordura visceral e total, melhora da sensibilidade à insulina (HOMA-IR e Matsuda), aumento de adiponectina e redução de marcadores inflamatórios.
Treinamento combinado (TR + aeróbico)			
Estudo	População	Intervenção	Principais resultados
Jeon et al. (2020)	Mulheres pós-menopausa com DM2	12 semanas; 3x/semana; folk dance + TR (70% 1RM)	Redução de ApoJ ( $-26,3\%$ e $-19,4\%$ ), queda do HOMA-IR, redução de gordura corporal e aumento de massa muscular.
Aminilari et al. (2017)	Mulheres de meia-idade com DM2	12 semanas; 3x/semana; protocolos aeróbicos, resistido e combinado	Aumento de omentina-1 e maior redução de HOMA-IR no grupo combinado. Protocolo combinado superior aos isolados.
Valenti et al. (2025) (meta-análise)	83 mulheres pós-menopausa com DM2	Diferentes protocolos combinados	Redução significativa do HOMA-IR; HbA1c sem significância estatística.

**Comparação entre modalidades (TR e aeróbico)**

<b>Estudo</b>	<b>População</b>	<b>Intervenção</b>	<b>Principais resultados</b>
Ghadamyari et al. (2023)	30 mulheres com DM2 (~50 anos). Divididas em 3 grupos: Aeróbico (n=10), Resistido (n=10), Controle (n=10).	Aeróbico: 8 semanas, 3×/semana; 10 min aquecimento + 40 min exercício contínuo (60–70% FCmáx) + 10 min desaquecimento. Resistido: 5 exercícios (supino, leg press, remada sentada, agachamento, desenvolvimento), 3×8–12 MR, 1 min de intervalo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ↑ s-Klotho e ↑ FGF23 no grupo aeróbico.</li> <li>• ↓ glicemia de jejum e ↓ HbA1c (maiores reduções no aeróbico).</li> <li>• ↓ PAS e ↓ FC repouso.</li> <li>• ↓ gordura corporal e IMC.</li> <li>• Aeróbico → melhor desempenho geral comparado ao TR isolado.</li> </ul>
Garcês et al. (2025)	15 mulheres pós-menopáusicas com DM2 (60,6 ± 5,9 anos). Ensaio clínico randomizado cross-over.	3 sessões: 1) AR – 30 min aeróbico → 30 min resistido. 2) RA – 30 min resistido → 30 min aeróbico. 3) Controle. Aeróbico: caminhada 50–60% da reserva de FC. Resistido: supino, leg press 180°, remada sentada, agachamento livre, desenvolvimento; 3×8–12 MR.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AR reduziu mais a glicemia durante o exercício (<math>p&lt;0.05</math>).</li> <li>• Pós-exercício: todos reduziram glicemia, sem diferenças entre ordens.</li> <li>• AR e RA ↓ PAS pós-exercício; apenas AR ↓ PAD.</li> <li>• Ambos ↓ índices temporais de HRV (SDNN, RMSSD).</li> <li>• Ordem não altera HRV, mas AR é mais eficiente no controle glicêmico durante o exercício e na redução da PA.</li> </ul>

*Nota: Tabela elaborada pela autora.*