



ISSN: 2595-1661

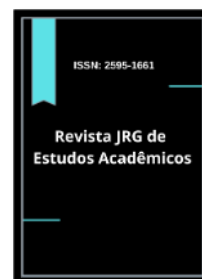
ARTIGO

Listas de conteúdos disponíveis em [Portal de Periódicos CAPES](https://portaldeperiodicos.capes.gov.br)

Revista JRG de Estudos Acadêmicos

Página da revista:

<https://revistajrg.com/index.php/jrg>



Efeitos do treinamento resistido na sensibilidade à insulina em pacientes com síndrome metabólica: uma revisão sistemática

Effects of resistance training on insulin sensitivity in patients with metabolic syndrome: a systematic review

DOI: 10.55892/jrg.v8i19.2818

ARK: 57118/JRG.v8i19.2818

Recebido: 23/12/2025 | Aceito: 29/12/2025 | Publicado on-line: 30/12/2025

Davi Lian Pereira Cardoso¹

<https://orcid.org/0009-0006-9225-1633>

<http://lattes.cnpq.br/7972390322825632>

AFYA Faculdade de Ciências Médicas de Jaboatão dos Guararapes, PE, Brasil

E-mail: daviliancardoso@gmail.com

Luhcas Gahbriel Reis Soares Silva²

<https://orcid.org/0009-0003-9130-1705>

<http://lattes.cnpq.br/1432135316732160>

AFYA Faculdade de Ciências Médicas de Jaboatão dos Guararapes, PE, Brasil

E-mail: luhcas.reis@gmail.com

Tiago Lopes do Nascimento³

<https://orcid.org/0009-0002-1166-9925>

<http://lattes.cnpq.br/2619489849650434>

AFYA Faculdade de Ciências Médicas de Jaboatão dos Guararapes, PE, Brasil

E-mail: loopestiago@gmail.com

Ana Paula Fernandes da Silva⁴

<https://orcid.org/0000-0003-3264-2625>

<http://lattes.cnpq.br/8969810893566749>

AFYA Faculdade de Ciências Médicas de Jaboatão dos Guararapes, PE, Brasil

E-mail: anap.fernandes@afya.com.br



Resumo

A crescente prevalência da síndrome metabólica tem se tornado uma preocupação significativa em saúde pública, impulsionada por fatores como sedentarismo, maus hábitos alimentares e aumento da obesidade global. Caracterizada por um conjunto de condições clínicas incluindo obesidade abdominal, resistência à insulina, hipertensão e dislipidemias, essa síndrome está fortemente associada ao risco elevado de doenças cardiovasculares e diabetes tipo 2. Dentre esses fatores, a resistência à insulina destaca-se como um mecanismo central na fisiopatologia da síndrome. Este estudo tem como objetivo investigar os efeitos do treinamento resistido sobre a sensibilidade à insulina em indivíduos com diagnóstico de síndrome metabólica, por meio de uma revisão sistemática da literatura. A pesquisa foi conduzida nas bases PubMed, ScienceDirect e BVS, considerando publicações dos

¹ Graduando em Medicina pela AFYA Faculdade de Ciências Médicas de Jaboatão dos Guararapes, PE, Brasil.

² Graduando em Medicina pela AFYA Faculdade de Ciências Médicas de Jaboatão dos Guararapes, PE, Brasil.

³ Graduando em Medicina pela AFYA Faculdade de Ciências Médicas de Jaboatão dos Guararapes, PE, Brasil.

⁴ Graduada em Farmácia; Mestre em Patologia; Doutora em Biologia Aplicada à Saúde.

últimos cinco anos, nos idiomas português e inglês. Após aplicação dos critérios de elegibilidade, seis estudos foram selecionados, incluindo ensaios clínicos randomizados realizados em diferentes países e populações, principalmente idosos e mulheres pós-menopáusicas. Os estudos demonstraram que o treinamento resistido, isolado ou combinado com outras modalidades, promove melhorias significativas na resistência à insulina, perfil lipídico, composição corporal, marcadores inflamatórios e qualidade do sono. Apesar das limitações metodológicas, como tamanhos amostrais reduzidos e variabilidade nos protocolos, os achados indicam que o exercício físico deve ser considerado uma estratégia terapêutica de primeira linha no manejo da síndrome metabólica. Esta revisão reforça a importância da prescrição individualizada e periodizada do exercício como ferramenta de impacto clínico relevante.

Palavras-chave: Treinamento resistido. Resistência insulínica. Síndrome metabólica.

Abstract

The rising prevalence of metabolic syndrome has become a major public health concern, driven by sedentary lifestyles, poor dietary habits, and the global increase in obesity. Defined by a cluster of clinical conditions — including abdominal obesity, insulin resistance, hypertension, and dyslipidemia — the syndrome is strongly linked to an increased risk of cardiovascular disease and type 2 diabetes. Among these components, insulin resistance plays a central role in its pathophysiology. This study aims to investigate the effects of resistance training on insulin sensitivity in individuals diagnosed with metabolic syndrome through a systematic review of the literature. The search was conducted in PubMed, ScienceDirect, and BVS databases, considering studies published in the last five years, in Portuguese, English, or Spanish. After applying the eligibility criteria, six studies were selected, including randomized clinical trials conducted in various countries and populations, mainly older adults and postmenopausal women. The studies showed that resistance training, whether isolated or combined with other modalities, significantly improves insulin resistance, lipid profile, body composition, inflammatory markers, and sleep quality. Despite methodological limitations such as small sample sizes and protocol variability, the findings suggest that physical exercise should be considered a first-line therapeutic strategy in the management of metabolic syndrome. This review reinforces the importance of individualized and periodized exercise prescription as a clinically impactful tool.

Keywords: Resistance training. Insulin resistance. Metabolic syndrome.

1. Introdução

A síndrome metabólica é uma condição caracterizada por um conjunto de fatores de risco que aumentam significativamente a probabilidade de desenvolvimento de doenças cardiovasculares e diabetes tipo 2. Esses fatores incluem obesidade abdominal, resistência à insulina, hipertensão, hipertrigliceridemia e baixos níveis de HDL (lipoproteína de alta densidade) (Zhang et al., 2024).

Essa síndrome tem se tornado cada vez mais prevalente devido a fatores de estilo de vida, como sedentarismo, dietas ricas em açúcares e gorduras saturadas, e o aumento global da obesidade (Zhang et al., 2024). Estudos sugerem que a presença de três ou mais desses fatores estabeleça o diagnóstico da síndrome metabólica, sendo sua ocorrência frequentemente associada a um risco elevado de infarto do miocárdio, acidente vascular cerebral e outras complicações graves (Sedaghat et al.,

2024).

A resistência à insulina caracteriza-se por uma diminuição da resposta biológica das células-alvo à ação da insulina, comprometendo a captação e a utilização da glicose pelos tecidos periféricos. Essa disfunção metabólica resulta em hiperglicemia e está fortemente relacionada à fisiopatologia da síndrome metabólica, sendo reconhecida como um dos principais fatores de risco para o desenvolvimento do diabetes mellitus tipo 2 (Pereyra et al., 2021; Aprelini et al., 2019).

A resistência à insulina ocorre devido a fatores como obesidade, sedentarismo e no consumo elevado de carnes processadas, o que foi evidenciado em estudos epidemiológicos que relacionam altos níveis de consumo destes tipos carnes com um aumento significativo da resistência insulínica (Aprelini et al., 2019). Além disso, o aumento da glicemia em indivíduos com resistência à insulina pode ser um indicativo precoce de complicações metabólicas mais graves, como diabetes mellitus tipo 2 (Pereyra et al., 2021). Identificar a resistência precocemente é crucial, uma vez que intervenções podem reduzir o risco de progressão para diabetes e complicações cardiovasculares (Aprelini et al., 2019).

O treinamento resistido tem se mostrado uma intervenção eficaz na melhora da sensibilidade à insulina e na mitigação dos efeitos da síndrome metabólica. Ao contrário dos exercícios aeróbicos, o treinamento resistido promove aumento na massa muscular, o que está diretamente relacionado a uma maior captação de glicose pelos músculos esqueléticos, melhorando assim o metabolismo glicêmico (Duan & Lu, 2024; Rasmussen et al., 2024).

Estudos recentes demonstram que, em indivíduos com diabetes tipo 2, o treinamento resistido foi eficaz na redução da resistência à insulina e na melhoria do perfil hormonal, com adaptações metabólicas significativas observadas após programas de 12 semanas (Duan & Lu, 2024). Além disso, pesquisas apontam que a variabilidade motora durante o exercício resistido pode ser um indicador de intensidade e adaptação neuromuscular, o que reflete na melhora das capacidades físicas e no controle metabólico (Lopez-Fernández et al., 2024). O impacto positivo do treinamento resistido também é evidente em populações mais vulneráveis, como pacientes idosos e com condições crônicas, onde ele não só melhora o controle glicêmico, mas também aumenta a força muscular e a qualidade de vida (Rasmussen et al., 2024; Jawdat et al., 2024).

Sendo assim, o objetivo deste estudo é examinar, por meio de revisão sistemática da literatura, os efeitos do treinamento resistido sobre a sensibilidade à insulina em indivíduos com síndrome metabólica, destacando suas implicações metabólicas e funcionais no contexto terapêutico.

2. Metodologia

O presente estudo trata-se de uma revisão sistemática da literatura, de caráter qualitativo, conduzida com o propósito de identificar, sintetizar e analisar as evidências disponíveis acerca dos efeitos do treinamento resistido sobre a sensibilidade à insulina em indivíduos diagnosticados com síndrome metabólica. A adoção deste delineamento metodológico justifica-se pela sua robustez na consolidação de dados provenientes de estudos primários, permitindo a avaliação crítica das evidências e subsidiando tanto a prática clínica quanto a formulação de futuras investigações científicas.

Para a formulação da pergunta de pesquisa, utilizou-se a estratégia metodológica baseada no acrônimo PICOS, demonstrados no **Quadro 1**. Dessa maneira, a pergunta norteadora foi definida nos seguintes termos: "Quais são os

efeitos do treinamento resistido sobre a sensibilidade à insulina em indivíduos com síndrome metabólica?"

Quadro 1. Componentes da pergunta condutora, seguindo-se o anagrama PICOS.

Descrição	Abreviação	Componentes da pergunta
População	P	Indivíduos com diagnóstico confirmado de síndrome metabólica.
Intervenção	I	Treinamento resistido, isolado ou em associação.
Comparação	C	Ausência de intervenção, intervenções alternativas ou grupo controle.
Desfecho	O	Alterações na sensibilidade à insulina.
Tipo de estudo	S	Ensaio clínico controlado, randomizado ou quase-experimentais.

Fonte: Autores (2025).

Estratégia de Busca e Levantamento Bibliográfico

O levantamento bibliográfico foi realizado nas bases de dados eletrônicas PubMed (*U.S. National Library of Medicine*), ScienceDirect e BVS (Biblioteca Virtual em Saúde), considerando sua relevância e abrangência na indexação de estudos na área da saúde.

As buscas foram realizadas por meio de descritores controlados, selecionados a partir dos vocabulários MeSH (*Medical Subject Headings*) e DeCS (Descritores em Ciências da Saúde), bem como por termos livres pertinentes à temática, estruturados mediante o uso dos operadores booleanos AND e OR, a fim de ampliar a sensibilidade e especificidade das buscas.

Os descritores utilizados para a pesquisa foram, em inglês, *resistance training* e *insulin resistance*, e, em português, treinamento resistido e resistência à insulina. Esses termos foram selecionados por representarem com precisão os principais temas abordados no estudo, permitindo uma busca direcionada e relevante nas bases de dados nacionais e internacionais.

Adicionalmente, foram aplicados filtros para delimitar o período de publicação nos últimos cinco anos (2020 a 2025), bem como restrição aos idiomas inglês, português e espanhol, garantindo, assim, a atualidade e a relevância dos dados obtidos.

As buscas foram realizadas entre fevereiro de 2025 e março de 2025, de modo independente por três pesquisadores, garantindo reprodutibilidade e minimização de vieses na etapa de identificação e seleção dos estudos. Após essa fase inicial, todas as estratégias de busca, resultados obtidos e estudos elegíveis foram validados por um quarto pesquisador, assegurando consistência metodológica e concordância entre os revisores.

Crítérios de Inclusão

Foram considerados elegíveis os estudos que atenderam cumulativamente aos seguintes critérios: publicação entre 2020 e 2025; acesso ao texto completo em formato *open access*; redação nos idiomas inglês ou português; publicações originais, com delineamento experimental ou observacionais, investigando os efeitos do treinamento resistido sobre a sensibilidade à insulina em indivíduos com diagnóstico confirmado de síndrome metabólica; descrição detalhada dos protocolos de intervenção, incluindo intensidade, frequência, volume, duração e período; e avaliação da sensibilidade à insulina por métodos diretos ou indiretos reconhecidos pela literatura científica.

Critérios de Exclusão

Foram excluídos da análise os estudos que apresentaram uma ou mais das seguintes características: natureza metodológica não compatível, como revisões narrativas, sistemáticas, meta-análises, cartas ao editor, editoriais, opiniões ou relatos de caso; ausência do treinamento resistido como componente principal da intervenção; falta de diagnóstico formal de síndrome metabólica nos participantes; amostras com menos de 10 indivíduos, devido à limitação na robustez estatística; e publicações com acesso restrito, que impossibilitassem a análise completa dos dados.

Processamento, Análise e Interpretação dos Dados

A triagem inicial dos estudos identificados foi conduzida utilizando-se o *software* especializado Rayyan QCRI 2025, que permite a categorização e a seleção sistemática dos registros por meio da leitura dos títulos e resumos, além da identificação de duplicatas.

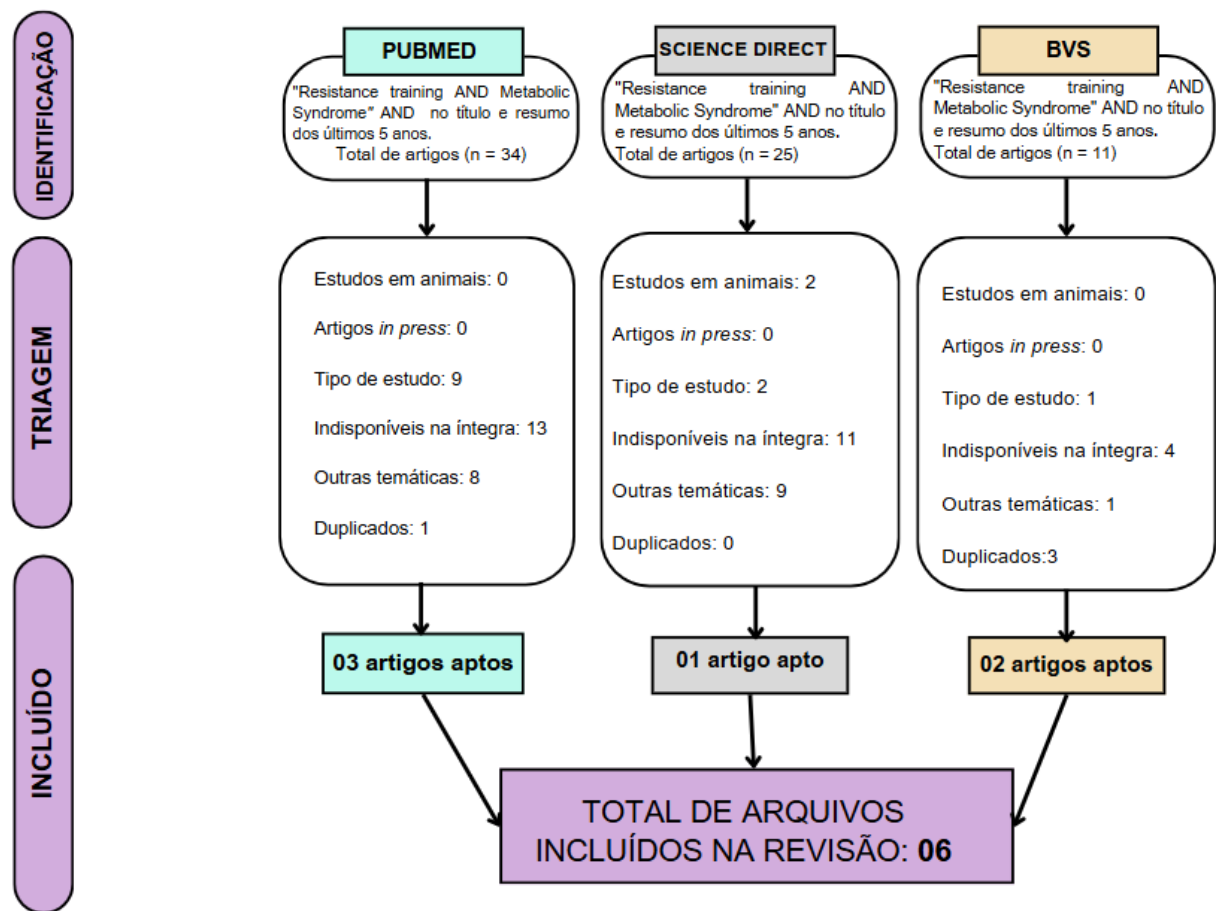
Na sequência, procedeu-se à leitura integral dos artigos potencialmente elegíveis, visando à confirmação dos critérios de inclusão e à extração padronizada dos dados. As informações extraídas foram sistematizadas em planilhas desenvolvidas no *software* Microsoft Excel (Versão 2405 Build 17628.20110, 2025.) abrangendo as seguintes variáveis:

As informações extraídas dos estudos incluíram: caracterização dos participantes, com dados sobre idade média, sexo e critérios diagnósticos utilizados para síndrome metabólica; descrição detalhada dos protocolos de treinamento resistido, abrangendo intensidade relativa, número de séries e repetições, frequência semanal, duração total da intervenção e presença de supervisão; métodos empregados para avaliação da sensibilidade à insulina, como técnicas laboratoriais, índices derivados (ex.: HOMA-IR) ou testes de alta precisão (ex.: clamp euglicêmico); e os principais desfechos clínicos e metabólicos observados.

3. Resultados e Discussão

A pesquisa resultou em 34 artigos na PubMed, 25 na ScienceDirect e 10 artigos na plataforma BVS. Obedecendo os critérios utilizados para inclusão e exclusão de artigos, e aos que seguiram o objetivo do estudo, três artigos da PubMed foram considerados aptos, um artigo pela ScienceDirect e dois artigos na plataforma BVS. Dessa forma, foram selecionados 06 artigos para a análise desta revisão (**Figura 1**).

Figura 1. Fluxograma da seleção de artigos identificados através das bases de dados.



Adaptado de Página MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. A declaração PRISMA 2020: uma diretriz atualizada para relatar revisões sistemáticas. *BMJ* 2021;372:n71. DOI: 10.1136/bmj.n7110.

Fonte: Autores (2025)

O **Quadro 2** apresenta uma síntese dos estudos selecionados com os nomes dos autores e ano da publicação, país de origem do estudo, número da amostragem, sexo/faixa etária, associação com atividade aeróbica, duração e parâmetros avaliados

Quadro 2. Caracterização e descrição artigos quanto aos autores, ano, país de origem, número da amostragem, Sexo e Faixa Etária, Associação com atividade aeróbica, Duração e parâmetros avaliados.

Autor, Ano e País	N	Tipo de Estudo	Sexo e Faixa Etária	Associado a atividade aeróbica	Duração do Estudo	Parâmetros Avaliados
Gargallo et al., 2022 – Espanha.	72	Ensaio clínico randomizado	Mulheres idosas com SM	Treino aeróbico deslocamentos e exercícios com impacto.	20 semanas	Glicemia, HbA1c, perfil lipídico, PCR
Kazemi et al., 2023 – Japão.	26	Ensaio clínico randomizado	Mulheres pós-menopausa	Sim	12 semanas	Composição corporal, VO ₂ máx, força muscular
Leister et al., 2022 – China.	40	Ensaio clínico randomizado	Adultos com síndrome metabólica	Sim	12 semanas	Perfil lipídico, glicemia, pressão arterial
Son, W.-M.; Park, J.-J., 2021 – Coreia do Sul.	35	Ensaio clínico randomizado	Mulheres obesas pós-menopausa	Não	12 semanas	Glicemia, insulina, HOMA-IR, perfil lipídico
Suder et al., 2024 – Polônia.	85	Ensaio clínico randomizado	Idosos com SM	Sim	12 semanas	Glicemia, perfil lipídico, qualidade do sono
Zhou et al., 2022 – Japão.	27	Ensaio clínico randomizado	Mulheres obesas pós-menopausa	Não	12 semanas	Glicemia, insulina, HOMA-IR, perfil lipídico

Fonte: Autores (2025).

Legenda: VO₂max (consumo máximo de oxigênio durante o exercício, indicador da capacidade cardiorrespiratória); HbA1c (hemoglobina glicada, marcador do controle glicêmico a longo prazo); HOMA-IR (*Homeostasis Model Assessment of Insulin Resistance* - avaliação do modelo de homeostase da resistência à insulina), índice que estima a resistência à insulina com base na glicemia e insulina de jejum).

Os estudos revisados foram conduzidos em diversos países, incluindo Irã, Coreia do Sul, China, Espanha e Polônia. Esses estudos internacionais ofereceram uma perspectiva abrangente sobre os efeitos de diferentes modalidades de treinamento físico — como treinamento de resistência, treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT), exercícios com bandas elásticas e programas multicomponentes — em indivíduos com síndrome metabólica. As pesquisas abrangeram tanto mulheres quanto homens, principalmente em faixas etárias mais avançadas, proporcionando uma visão ampla dos benefícios do exercício físico nesta população.

Essas investigações contribuíram significativamente para o entendimento de como diferentes tipos de exercícios físicos podem impactar positivamente parâmetros metabólicos, inflamatórios e funcionais em indivíduos com síndrome metabólica. Por exemplo, o estudo de Kazemi et al. (2023) demonstrou que o treinamento de resistência e o HIIT melhoraram os parâmetros metabólicos e os níveis séricos de Sirtuin1 em mulheres pós-menopáusicas com síndrome metabólica.

Da mesma forma, Son e Park (2021) observaram que o treinamento com bandas de resistência preveniu a progressão da síndrome metabólica em mulheres

obesas pós-menopáusicas. Além disso, Zhou et al. (2022) relataram que combinações de exercícios aeróbicos e de resistência melhoraram o metabolismo da glicose e dos lipídios, bem como a qualidade do sono em pacientes idosos com síndrome metabólica. Estudos adicionais, como os de Gargallo et al. (2024) e Suder et al. (2024), destacaram melhorias em parâmetros inflamatórios, composição corporal e resistência à insulina após programas de treinamento específicos.

Esses estudos reforçam a importância de intervenções baseadas em exercícios físicos como estratégia eficaz na gestão e prevenção da síndrome metabólica, oferecendo *insights* valiosos para a prática clínica e futuras pesquisas na área.

O desenho metodológico dos artigos desta revisão, em sua maioria, envolveu ensaios clínicos randomizados e estudos de intervenção com duração variando entre oito a 24 semanas, apresentando um período adequado para observar os efeitos iniciais de maneira sólida. Os participantes foram acompanhados antes e após os programas de exercício, permitindo a análise dos efeitos diretos das intervenções físicas sobre marcadores metabólicos.

Foram investigados 6 subgrupos principais: mulheres pós-menopáusicas com síndrome metabólica (Kazemi et al., Kim et al.); idosos com síndrome metabólica (Zhou et al., Suder et al.); indivíduos com obesidade abdominal e risco metabólico (Cho et al.); pacientes com resistência insulínica (indireta ou diretamente diagnosticada); grupos que realizaram diferentes modalidades de exercício físico: aeróbico, resistência, HIIT ou programas combinados; grupos controle que não realizaram nenhuma intervenção ou apenas cuidados habituais.

Quanto aos parâmetros avaliados, os estudos analisaram marcadores clínicos, metabólicos e funcionais, com destaque para: Resistência à insulina, avaliada principalmente pelo índice HOMA-IR, níveis de insulina em jejum e glicemia de jejum; Perfis lipídicos (colesterol total, HDL, LDL, triglicerídeos); Composição corporal (massa gorda, massa magra, circunferência abdominal); Marcadores inflamatórios (PCR, IL-6); Capacidade funcional e VO_2 máx; Parâmetros relacionados ao estresse oxidativo e expressão de proteínas metabólicas, como a Sirtuin1.

Esses desfechos foram avaliados por meio de exames laboratoriais, bioimpedância, testes físicos e escalas validadas, permitindo uma análise ampla dos efeitos do exercício físico sobre a síndrome metabólica e, em especial, sobre a resistência insulínica.

O **Quadro 3** apresenta uma síntese dos principais resultados, as respectivas conclusões, limitações dos estudos analisados nesta revisão, se o estudo avaliou diretamente a resistência à insulina e parâmetros de glicose e/ou hemoglobina glicada.

Quadro 3. Descrição dos principais resultados e conclusão dos artigos elencados nesta revisão sistemática (2020-2025).

Artigo	Principais Resultados	Conclusões	Avaliação direta sobre resistência à insulina	Parâmetros de Glicose e Hemoglobina Glicada	Limitações do Estudo
Gargallo et al., 2024 – Espanha.	Redução da HbA1c e glicemia; Melhora no perfil lipídico.	Exercícios com elástico são eficazes em idosos com SM; Redução de inflamação.	Sim, HOMA-IR	Melhora na glicemia e HbA1c.	Apenas mulheres; Sem seguimento longo.
Kazemi et al., 2023 – Japão.	Aumento do VO ₂ máx; Redução da gordura corporal.	HIIT é eficaz para melhorar a aptidão cardiovascular; Benefícios na composição corporal.	Não	Melhora na glicemia.	Amostra pequena; Curta duração.
Leister et al., 2022 – China.	Redução do LDL e triglicerídeos; Aumento do HDL.	Exercício combinado melhora perfil lipídico; Redução da pressão arterial.	Não	Melhora na glicemia.	Falta de grupo controle; Amostra limitada.
Son, W.-M.; Park, J.-J., 2021 – Coreia do Sul.	Redução da glicemia e insulina; Diminuição do HOMA-IR	Exercício com elástico previne progressão da SM	Sim, HOMA-IR	Melhora na glicemia	Amostra pequena; Sem grupo controle
Suder et al., 2024 – Polônia.	Redução da glicemia e triglicerídeos; Melhora na qualidade do sono	Exercício combinado melhora metabolismo e sono	Não	Melhora na glicemia	Intervenções diversas; Sem seguimento
Zhou et al., 2022 – Japão.	Redução da glicemia e insulina; Diminuição do HOMA-IR	Melhora na resistência à insulina; Benefícios no perfil lipídico	Sim, HOMA-IR	Melhora na glicemia	Amostra pequena; Sem grupo controle

Fonte: Autores (2025).

Legenda: VO₂max (consumo máximo de oxigênio durante o exercício, indicador da capacidade cardiorrespiratória); HbA1c (hemoglobina glicada, marcador do controle glicêmico a longo prazo); HOMA-IR (*Homeostasis Model Assessment of Insulin Resistance* - avaliação do modelo de homeostase da resistência à insulina), índice que estima a resistência à insulina com base na glicemia e insulina de jejum).

Os achados de Son e Park (2021) demonstram que, após 12 semanas de intervenção, houve reduções significativas na glicemia, insulina e HOMA-IR, evidenciando uma melhora na sensibilidade à insulina, além de alterações positivas no perfil lipídico, na pressão arterial sistólica, na composição corporal e na circunferência da cintura. Tais resultados reforçam o potencial terapêutico do exercício resistido como ferramenta não farmacológica no controle e na prevenção da progressão da síndrome metabólica.

Além da redução dos níveis séricos de glicose e insulina, os autores destacam a diminuição significativa do índice HOMA-IR, considerado um marcador robusto e amplamente utilizado para avaliar resistência insulínica em estudos clínicos. Essa melhora sugere que o treinamento resistido com bandas elásticas não apenas influencia parâmetros isolados, mas promove uma modulação metabólica mais ampla. Fatores como o aumento da massa magra e a redução da adiposidade central, especialmente a circunferência abdominal, podem ter desempenhado papel essencial nesse processo, favorecendo a maior captação periférica de glicose e reduzindo a demanda por secreção insulínica basal. Tais achados sustentam a hipótese de que a composição corporal mais favorável obtida com o exercício resistido contribui diretamente para o aprimoramento da sensibilidade à insulina, especialmente em populações com disfunções hormonais e metabólicas, como as mulheres pós-menopáusicas (Son & Park, 2021).

Outro ponto relevante é a acessibilidade e segurança da modalidade utilizada no estudo. O protocolo baseado em bandas elásticas representa uma estratégia prática e de baixo custo, com alta taxa de adesão (95%) e ausência de efeitos adversos reportados. Essa viabilidade operacional é especialmente importante para aplicação em ambientes comunitários, unidades básicas de saúde e grupos populacionais com limitações físicas ou socioeconômicas. Além disso, os efeitos benéficos observados em um curto período de 12 semanas indicam que mesmo intervenções de média duração podem induzir melhorias clínicas substanciais na resistência insulínica. Considerando o aumento global da prevalência da síndrome metabólica e suas complicações associadas, os resultados de Son e Park (2021) reforçam o valor do exercício resistido não apenas como forma de prevenção, mas como parte integrante da abordagem terapêutica em pacientes com risco cardiometabólico elevado (Son & Park, 2021).

Além dos benefícios promovidos pelo treinamento resistido com bandas elásticas, evidenciados por Son e Park (2021), estudos recentes indicam que outras formas de exercício resistido também são eficazes na melhoria da sensibilidade à insulina em pacientes com síndrome metabólica. Kazemi et al. (2023), ao investigarem os efeitos do TR comparado ao treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) em mulheres pós-menopáusicas com SM, observaram reduções significativas na glicemia de jejum (FBS) e na hemoglobina glicada (HbA1c), parâmetros diretamente associados ao controle glicêmico. Essas reduções são atribuídas ao aumento da captação de glicose pelos músculos esqueléticos, mediado pela translocação de transportadores GLUT4 para a membrana celular, processo que ocorre de forma independente da ação direta da insulina. Esse efeito é especialmente relevante em indivíduos com resistência insulínica, pois permite um controle glicêmico mais eficiente mesmo na presença de disfunções metabólicas.

Adicionalmente, o treinamento resistido promove hipertrofia muscular, contribuindo para o aumento da massa magra e, consequentemente, da quantidade de tecido metabolicamente ativo disponível para captação e oxidação de glicose e ácidos graxos. Kazemi et al. (2023) também destacam a melhora da função mitocondrial e o aumento da capilarização muscular, fatores que favorecem um ambiente metabólico mais eficiente. A liberação de quimiocinas, como a interleucina-6 (IL-6), com efeitos anti-inflamatórios, e o aumento da expressão da proteína SIRT1, envolvida na regulação do metabolismo energético e na biogênese mitocondrial, também foram observados. Esses mecanismos fisiológicos reforçam o papel do TR como estratégia terapêutica multifacetada, com potencial para integrar programas de reabilitação metabólica.

Os dados apresentados por Kazemi et al. (2023) consolidam o exercício resistido como recurso seguro, acessível e clinicamente eficaz no enfrentamento da resistência à insulina em mulheres com síndrome metabólica, especialmente na fase pós-menopausa.

Embora a maior parte das pesquisas sobre síndrome metabólica (SM) se concentre em adultos, estudos recentes vêm apontando a necessidade de atenção também à população pediátrica. Leister (2022) discute a variabilidade nos critérios diagnósticos adotados por instituições como a Organização Mundial da Saúde (OMS), o National Cholesterol Education Program (NCEP ATP III) e a International Diabetes Federation (IDF), o que dificulta a comparação entre estudos e a padronização clínica. Ainda assim, os principais componentes avaliados — obesidade central, dislipidemia, hipertensão arterial e alterações glicêmicas — são consistentes nos diferentes modelos diagnósticos, sendo a prevalência da SM em jovens estimada entre 1% e 12%, com maior incidência em indivíduos com sobrepeso ou obesidade (Leister, 2022).

No tocante às intervenções, o estudo de Leister (2022) apresenta evidências robustas sobre os benefícios do exercício físico, tanto aeróbico quanto resistido, na melhora de parâmetros metabólicos e físicos em crianças e adolescentes. O treinamento resistido (TR), em particular, mostra eficácia na preservação da massa muscular e no controle glicêmico, sendo capaz de melhorar a sensibilidade à insulina mesmo na ausência de perda de peso significativa. A redução do índice HOMA-IR observada em diversas intervenções de 8 a 12 semanas com frequência mínima de três sessões semanais reforça o papel do exercício físico como ferramenta terapêutica de primeira linha (Leister, 2022).

Os resultados demonstrados no estudo de Leister (2022) dialogam com os resultados de Son e Park (2021), que observaram melhora significativa na sensibilidade à insulina e redução de marcadores como glicemia, insulina e HOMA-IR em mulheres pós-menopáusicas submetidas a treinamento com bandas elásticas. Da mesma forma, Kazemi et al. (2023) demonstraram que tanto o TR quanto o HIIT promoveram reduções nos níveis de HbA1c e glicemia de jejum em mulheres com SM. Esses efeitos são mediados por mecanismos como a translocação de GLUT4, ativação de vias de sinalização intracelular (PI3K-Akt), aumento da massa muscular e liberação de quimiocinas anti-inflamatórias, como a IL-6.

Além disso, Kazemi et al. (2023) destacam a ativação da SIRT1 e do coativador transcricional PGC-1 α , que favorecem a biogênese mitocondrial, a oxidação de ácidos graxos e a redução do estresse oxidativo. Esses mecanismos fisiológicos também corroboram os efeitos do exercício físico na melhora da ação insulínica. Assim, os resultados de Leister (2022), somados aos de Son e Park (2021) e Kazemi et al. (2023), sustentam que o treinamento resistido pode ser eficaz e seguro desde a infância até a idade adulta como estratégia central na prevenção e tratamento da síndrome metabólica.

Dando continuidade à evidência sobre a eficácia do treinamento resistido na melhora da sensibilidade à insulina em populações com síndrome metabólica (SM), o estudo de Gargallo (2024) explorou os efeitos de 20 semanas de treinamento multicomponente e de potência com faixas elásticas em mulheres idosas diagnosticadas com SM. Realizado como um ensaio clínico randomizado e controlado, o estudo avaliou parâmetros metabólicos, inflamatórios, antropométricos e funcionais. Os resultados demonstraram melhorias expressivas em múltiplos desfechos, com destaque para a redução na glicemia de jejum e triglicerídeos, aumento no HDL e diminuição dos níveis de proteína C-reativa (PCR), marcador inflamatório associado

à resistência insulínica. Tais mudanças sugerem um impacto positivo do exercício sobre o estado metabólico e inflamatório dessas pacientes, mesmo na ausência de medidas diretas de sensibilidade à insulina.

Esses achados se alinham a outros estudos já discutidos, como os de Son e Park (2021) e Kazemi et al. (2023), reforçando o papel do exercício resistido com faixas elásticas na modulação da resistência à insulina e no controle de parâmetros cardiometabólicos. Além da melhora nos indicadores bioquímicos, o estudo de Gargallo (2024) evidenciou redução no índice de massa corporal (IMC), na circunferência da cintura e no percentual de gordura corporal, fatores intimamente ligados à resistência periférica à insulina. O aumento da força muscular e da capacidade funcional observados também destacam os benefícios do treinamento resistido na manutenção da autonomia e qualidade de vida em mulheres idosas, contribuindo de forma indireta para o aprimoramento do metabolismo glicêmico por meio da ampliação do tecido metabolicamente ativo.

A acessibilidade do treinamento com faixas elásticas representa um aspecto relevante para a adesão em populações idosas, muitas vezes limitadas por fatores econômicos ou de mobilidade. Assim como observado nos protocolos de Son e Park (2021), a utilização de recursos simples e de baixo custo, aliados a intervenções bem estruturadas, promove benefícios clínicos substanciais em curto e médio prazos. O estudo de Gargallo (2024), ao integrar diferentes componentes do exercício físico — força, potência, equilíbrio e resistência aeróbica —, reforça a abordagem multicomponente como alternativa eficaz no enfrentamento da SM em idosas. Ao considerar os efeitos positivos sobre parâmetros metabólicos, inflamatórios e funcionais, o treinamento com faixas elásticas consolida-se como uma estratégia terapêutica promissora para a gestão da resistência à insulina e suas complicações em populações envelhecidas.

O estudo de Suder (2024) investigou os impactos do treinamento aeróbico isolado e do treinamento combinado aeróbico-resistido sobre variáveis metabólicas, hormonais e de composição corporal em homens com SM. Os principais achados indicaram que o exercício aeróbico isolado reduziu significativamente os níveis do hormônio asprosin (ASP), associado à obesidade e à resistência à insulina, enquanto o treinamento combinado promoveu uma redução expressiva de 42% no índice HOMA-IR, refletindo melhora substancial na sensibilidade à insulina. Tais resultados ressaltam a especificidade dos efeitos fisiológicos de cada modalidade de treino, com o aeróbico favorecendo a regulação hormonal e o combinado se destacando na otimização do metabolismo da glicose.

Além disso, ambos os grupos de intervenção apresentaram redução significativa da gordura visceral e melhora na razão massa livre de gordura/gordura (FFM/FM), parâmetros intimamente relacionados à resistência insulínica. A recomposição corporal mais expressiva foi observada no grupo submetido ao treino combinado, reforçando achados anteriores que associam o exercício resistido ao aumento da massa muscular, como também demonstrado por Gargallo (2024) em mulheres idosas. Os índices de aterogenicidade (CRI II) também foram reduzidos nos dois grupos de intervenção, o que sugere melhora no perfil cardiovascular, mesmo na ausência de alterações significativas nos níveis de triglicerídeos. Esses achados são coerentes com os efeitos positivos do exercício físico sobre fatores de risco cardiometabólicos já discutidos nos estudos de Leister (2022), Son e Park (2021), e Kazemi et al. (2023), fortalecendo o papel terapêutico do exercício no controle da SM.

A importância clínica desses resultados reside no fato de que intervenções físicas acessíveis e estruturadas são capazes de modular positivamente variáveis

hormonais como a ASP e melhorar diretamente a sensibilidade à insulina, sem necessariamente depender de perda de peso acentuada. Tal constatação é relevante, especialmente em pacientes com dificuldades de aderência a restrições dietéticas rigorosas ou farmacoterapia. A redução da gordura visceral, elemento central na fisiopatologia da SM, associada à melhora da composição corporal e da função metabólica, reforça que a prática regular de exercícios aeróbicos e resistidos deve ser priorizada nas estratégias preventivas e terapêuticas da SM. A superioridade do treino combinado na melhora do HOMA-IR também indica que intervenções multimodais oferecem vantagens clínicas adicionais e devem ser consideradas em diretrizes futuras voltadas à população com síndrome metabólica (Suder, 2024).

O estudo conduzido por Zhou (2022) complementa os achados anteriores ao explorar os efeitos de diferentes combinações de exercícios aeróbicos e resistidos em idosos com síndrome metabólica (SM), com foco não apenas em parâmetros metabólicos, mas também em qualidade do sono — uma variável frequentemente negligenciada, mas de importância clínica relevante. Os resultados mostraram que intervenções com exercícios combinados foram superiores às intervenções isoladas em praticamente todos os desfechos analisados. Grupos como o HALRT (alto aeróbico, baixa resistência) e HRLAT (alta resistência, baixo aeróbico) apresentaram melhorias significativas na circunferência da cintura, perfil lipídico e variáveis glicêmicas. Destaca-se ainda que o grupo HALRT alcançou os melhores resultados em força, pressão arterial, glicemia e qualidade do sono, demonstrando que a proporção entre componentes aeróbicos e resistidos pode ser decisiva na magnitude dos benefícios clínicos alcançados (Zhou, 2022).

A inclusão da qualidade do sono como variável de desfecho amplia a perspectiva tradicional de estudos sobre SM, que frequentemente se restringem a marcadores metabólicos clássicos. O aumento na força de preensão manual e as melhorias glicêmicas reforçam os achados de Gargallo (2024) e Suder (2024) sobre o impacto positivo da combinação de modalidades de exercício físico. Além disso, os efeitos observados na pressão arterial e no perfil lipídico se alinham com os benefícios cardiovasculares relatados nos estudos de Kazemi et al. (2023) e Son e Park (2021). Este estudo ainda evidencia a importância da individualização na prescrição de exercícios, reconhecendo que diferentes proporções de treino podem gerar benefícios distintos, o que é particularmente relevante em populações heterogêneas como os idosos.

Apesar dos resultados promissores apresentados ao longo dos estudos analisados, é importante destacar algumas limitações gerais que permeiam a literatura atual sobre intervenções físicas na SM. A heterogeneidade metodológica entre os ensaios clínicos dificulta comparações diretas e metanálises mais robustas — variam a duração das intervenções, os tipos e intensidades de treino, os desfechos avaliados e os métodos de mensuração. Além disso, muitos estudos, como o de Gargallo (2024), deixam de apresentar detalhes cruciais como o número exato de participantes ou não mensuram diretamente a sensibilidade à insulina, mesmo discutindo resistência insulínica como foco central. Questões como ausência de seguimento a longo prazo, amostras relativamente pequenas e exclusão de subgrupos (como mulheres em estudos focados em homens, e vice-versa) também limitam a generalização dos achados. Ademais, poucos estudos controlam por variáveis confundidoras como alimentação, uso de medicamentos ou distúrbios do sono pré-existentes, o que pode influenciar nos resultados.

Essas limitações apontam para a necessidade de ensaios clínicos mais padronizados, com maior rigor metodológico e avaliações multifatoriais, a fim de

consolidar diretrizes práticas mais sólidas sobre a prescrição de exercícios físicos como ferramenta terapêutica no manejo da síndrome metabólica.

4. Conclusão

Esta revisão sistemática demonstra, de forma consistente, que o exercício físico estruturado exerce efeitos favoráveis sobre múltiplos componentes fisiopatológicos da síndrome metabólica, abrangendo parâmetros metabólicos, inflamatórios, hormonais e funcionais. As diferentes modalidades de treinamento avaliadas — incluindo exercícios aeróbicos, resistidos, multicomponentes e com dispositivos elásticos — mostraram-se capazes de melhorar marcadores clínicos essenciais, como glicemia, adiposidade visceral, perfil lipídico, força muscular e capacidade funcional, reforçando o papel central do exercício como intervenção terapêutica segura e efetiva em adultos e idosos.

Apesar da consistência dos achados, algumas limitações metodológicas devem ser consideradas. Entre elas destacam-se o tamanho reduzido das amostras, a heterogeneidade entre protocolos de treinamento, a variação na duração das intervenções e a escassez de desfechos de longo prazo. Além disso, a ausência de controle rigoroso para variáveis como dieta, uso de medicamentos e características específicas das populações investigadas restringe a generalização dos resultados. Tais limitações apontam para a necessidade de ensaios clínicos mais robustos, com protocolos padronizados e acompanhamento prolongado, capazes de elucidar mecanismos fisiológicos e diferenças entre subgrupos clínicos.

Mesmo diante dessas restrições, os resultados integrados desta revisão reforçam que o exercício físico deve ocupar posição central nas estratégias de manejo da síndrome metabólica. A evidência disponível sustenta sua aplicabilidade como intervenção de primeira linha, com impacto abrangente sobre múltiplos domínios da saúde e potencial para reduzir progressão de riscos cardiometabólicos.

Em síntese, esta revisão contribui para consolidar o entendimento de que programas de exercício planejados, supervisionados e adaptados às condições individuais representam ferramenta terapêutica fundamental no enfrentamento da síndrome metabólica. Investigações futuras mais robustas poderão aprofundar os mecanismos envolvidos e otimizar a precisão das recomendações clínicas.

Referências

APRELINI, Carla Moronari de Oliveira *et al.* **Revista panamericana de salud publica [Pan American journal of public health]**, v. 43, p. e40, 2019.

DUAN, Yimei; LU, Guotian. A randomized controlled trial to determine the impact of resistance training versus aerobic training on the management of FGF-21 and related physiological variables in obese men with type 2 diabetes mellitus. **Journal of sports science & medicine**, v. 23, n. 1, p. 495–503, 2024.

GARGALLO, Pedro *et al.* Multicomponent and power training with elastic bands improve metabolic and inflammatory parameters, body composition and anthropometry, and physical function in older women with metabolic syndrome: A 20-week randomized, controlled trial. **Experimental gerontology**, v. 185, n. 112340, p. 112340, 2024.

JAWDAT, Omar *et al.* Resistance exercise in early-stage ALS patients, ALSFRS-R, Sickness Impact Profile ALS-19, and muscle transcriptome: a pilot study. **Scientific reports**, v. 14, n. 1, p. 21729, 2024.

KAZEMI, Saeid Shamlou; HEIDARIANPOUR, Ali; SHOKRI, Elnaz. Effect of resistance training and high-intensity interval training on metabolic parameters and serum level of Sirtuin1 in postmenopausal women with metabolic syndrome: a randomized controlled trial. **Lipids in health and disease**, v. 22, n. 1, p. 177, 2023.

LEISTER, Kyle R. *et al.* Metabolic syndrome: Operational definitions and aerobic and resistance training benefits on physical and metabolic health in children and adolescents. **Diabetes & metabolic syndrome**, v. 16, n. 6, p. 102530, 2022.

PEREYRA, Isabel; LÓPEZ-ARANA, Sandra; HORTA, Bernardo L. Undernutrition and suboptimal growth during the first year are associated with glycemia but not with insulin resistance in adulthood. **Cadernos de saude publica**, v. 37, n. 7, p. e00120320, 2021.

RASMUSSEN, Rune Skovgaard *et al.* Testosterone and resistance training improved physical performance and reduced fatigue in frail older men: 1 year follow-up of a randomized clinical trial. **The aging male: the official journal of the International Society for the Study of the Aging Male**, v. 27, n. 1, p. 2403519, 2024.

SEDAGHAT, Zahra *et al.* Association between metabolic syndrome and myocardial infarction among patients with excess body weight: a systematic review and meta-analysis. **BMC public health**, v. 24, n. 1, 2024.

SON, Won-Mok; PARK, Jung-Jun. Resistance band exercise training prevents the progression of metabolic syndrome in obese postmenopausal women. **Journal of sports science & medicine**, v. 20, n. 2, p. 291–299, 2021.

SUDER, Agnieszka *et al.* Exercise-induced effects on asprosin and indices of atherogenicity and insulin resistance in males with metabolic syndrome: a randomized controlled trial. **Scientific reports**, v. 14, n. 1, p. 985, 2024.

ZHANG, Shiyong *et al.* Metabolic syndrome increases osteoarthritis risk: findings from the UK Biobank prospective cohort study. **BMC public health**, v. 24, n. 1, p. 233, 2024.

ZHOU, Ye *et al.* Benefits of different combinations of aerobic and resistance exercise for improving plasma glucose and lipid metabolism and sleep quality among elderly patients with metabolic syndrome: a randomized controlled trial. **Endocrine journal**, v. 69, n. 7, p. 819–830, 2022.