

## EFICÁCIA DE DIFERENTES PROTOCOLOS DE TREINAMENTO FÍSICO SOBRE OS PARÂMETROS DA SÍNDROME METABÓLICA EM ADULTOS OBESOS: REVISÃO SISTEMÁTICA

Juliene Afonso de Mattos<sup>1</sup>, Thais do Nascimento Pereira<sup>1</sup>, Sabrina Graziani Veloso Dutra-Malvar<sup>1,3</sup>  
Paula Guedes Cocate<sup>1,2</sup>

### RESUMO

A síndrome metabólica é caracterizada por alterações metabólicas complexas e frequentemente acomete indivíduos obesos. Intervenções não-farmacológicas como a prática regular de exercícios físicos tem sido importante no tratamento e prevenção. O objetivo deste estudo foi realizar uma revisão sistemática dos efeitos de diferentes protocolos de treinamento com exercício físico (EF) sobre parâmetros da síndrome metabólica em adultos obesos. Realizou-se a busca pelos termos metabolic syndrome; obese; exercise e physical activity nas bases de dados PubMed, BVS e Scopus. Foram encontrados 465 artigos, e destes, 6 foram selecionados após critérios de elegibilidade. Os achados indicam que todos os protocolos de EF foram capazes de impactar positivamente em pelo menos um dos parâmetros da síndrome metabólica. Foi constatado redução no perímetro da cintura após todas as intervenções analisadas; da pressão arterial em cinco dos seis estudos analisados e a melhoria das concentrações sanguíneas de glicose, triglicerídeos e HDL-colesterol foi menos evidenciada, apesar de ter sido influenciada positivamente por alguns dos protocolos analisados. O treinamento combinado (treino de força de alta e moderada intensidade de séries múltiplas com treino aeróbico de intensidade moderada) apresentaram melhorias em todos os parâmetros da síndrome metabólica. Os resultados desta revisão demonstram que diferentes tipos de treinamento físico são eficazes no controle dos parâmetros da síndrome metabólica em pessoas obesas, podendo ser uma relevante estratégia de intervenção, desde que este treino respeite o princípio da individualidade biológica.

**Palavras-chave:** Síndrome metabólica. Obesidade. Exercício físico. Adultos.

1 - Escola de Educação Física e Desportos (EEFD), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro-RJ, Brasil.

### ABSTRACT

Effectiveness of different physical training protocols on metabolic syndrome parameters in obese adults: systematic review

Metabolic syndrome (MS) is characterized by complex metabolic changes and frequently affects obese individuals. Non-pharmacological interventions, such as regular physical exercise, have been important in treatment and prevention. The objective of this study was to conduct a systematic review of the effects of different physical exercise (PE) training protocols on metabolic syndrome (MS) parameters in obese adults. A search was performed using the terms metabolic syndrome; obese; exercise; and physical activity in the PubMed, BVS, and Scopus databases. A total of 465 articles were found, and 6 were selected based on eligibility criteria. The findings indicate that all PE protocols were able to positively impact at least one of the MS parameters. Waist circumference was reduced after all the interventions analyzed; blood pressure decreased in five of the six studies analyzed; and improvements in blood glucose, triglyceride, and HDL-cholesterol levels were less evident, although positively influenced by some of the analyzed protocols. Combined training (high and moderate intensity strength training with multiple sets combined with moderate intensity aerobic training) showed improvements in all MS parameters. The results of this review demonstrate that different types of physical training are effective in controlling MS parameters in obese individuals, and it can be a relevant intervention strategy, provided that this physical training respects the principle of biological individuality.

**Key words:** Metabolic syndrome. Obesity. Physical exercise. Adults.

2 - Laboratório de Atividade Física e Nutrição, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro-RJ, Brasil.

3 - Laboratório de Biologia do Exercício, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro-RJ, Brasil.

## INTRODUÇÃO

A prevalência da obesidade tem aumentado significativamente em todo o mundo em pessoas de todas as faixas etárias e ambos os性os, especialmente na população de idosos e mulheres (Chooi, Ding e Magkos, 2019).

Dados alarmantes da Organização Mundial da Saúde (WHO, 2021), em levantamento realizado no ano de 2016 apontam que cerca de 1,9 milhões de adultos em todo o mundo estavam com excesso de peso corporal, evidenciado pelo índice de massa corporal (IMC) igual ou superior a 25 kg/m<sup>2</sup>, e mais de 650 milhões de pessoas foram consideradas obesas.

No Brasil, de acordo com o Vigitel (2022), o número de pessoas com obesidade aumentou em todas as regiões do país entre 2016 e 2021, passando de 11,8% para 22,4%, respectivamente, e a frequência tende a aumentar ainda mais de acordo com a idade.

A obesidade é definida como o acúmulo anormal ou excessivo de gordura corporal e representa uma doença crônica com múltiplos fatores de influência, incluindo estilo de vida e alimentação inadequada, aspectos psicológicos, étnicos e culturais (ABESO, 2022; WHO, 2023).

O excesso de tecido adiposo branco, em especial da região abdominal, resulta em uma inflamação crônica de baixo grau, caracterizada por nível elevado de marcadores inflamatórios como a interleucina 6 (IL-6) e o fator de necrose tumoral alfa (TNF-α), além da diminuição da adiponectina, que possui propriedades anti-inflamatórias (Ellulu e colaboradores, 2015).

Essa condição pró-inflamatória provocada pelo excesso de gordura corporal resulta em disfunção metabólica, tornando a obesidade um dos principais fatores de risco para o desenvolvimento de doenças crônicas não-transmissíveis (DCNTs), o que pode aumentar em até três vezes o risco de mortalidade por doenças cardíacas (Ellulu e colaboradores, 2015) e sobrecarregar os sistemas de saúde.

A obesidade também pode estar associada a síndrome metabólica (SM), que representa um conjunto de alterações metabólicas caracterizada pela presença de três ou mais fatores de risco, como obesidade abdominal, dislipidemia, hipertensão e hiperglicemia, uma vez que essas condições

são muito comuns em pessoas obesas (Grundy, 2016).

De acordo com a I Diretriz Brasileira de Diagnóstico e Tratamento da Síndrome Metabólica existe uma associação desta síndrome com o risco de doenças cardiovasculares, aumentando a chance de mortalidade cardiovascular em aproximadamente 2,5 vezes (Negrão e colaboradores, 2005).

Nessa perspectiva, o acúmulo excessivo de gordura visceral está particularmente relacionado a um maior risco cardiométrico (Chooi, Ding e Magkos, 2019).

Tune e colaboradores (2017) mostraram que cerca de 20% das pessoas com excesso de peso e 60% das pessoas obesas são diagnosticadas com a SM, o que sugere que a SM é uma epidemia que acompanha o aumento da prevalência da obesidade nos últimos anos.

Estima-se que um em cada três adultos brasileiros apresenta a referida síndrome, sendo mais prevalente em mulheres, pessoas de idade avançada e com menor nível de escolaridade, tendo como principal característica a perimetria da cintura elevada, que é um marcador importante de obesidade abdominal e é um dos componentes mais prevalentes entre os diagnosticados com SM (Oliveira e colaboradores, 2020).

No contexto da alta prevalência de obesidade associada a SM e seus potenciais riscos à saúde, é imperativo pensar em estratégias de manejo e intervenção, especialmente as não-farmacológicas como a prática regular de exercícios físicos para o tratamento e prevenção.

De acordo com Christinelli e colaboradores (2020), o exercício físico desempenha um papel crucial na melhoria de vários aspectos do corpo humano, como a aptidão cardiorrespiratória, composição corporal e bem-estar psicológico.

Além disso, a Diretriz Brasileira de Diagnóstico e Tratamento da Síndrome Metabólica (Negrão e colaboradores, 2005) enfatiza que a atividade física tem importância no equilíbrio energético, auxiliando no controle do peso corporal e, consequentemente, na redução dos riscos associados a cada componente da SM.

O Guia de atividade física para população brasileira recomenda pelo menos 150 minutos de atividade física de intensidade

moderada e/ou 75 minutos de vigorosa por semana para adultos, destacando a importância da prática regular de atividade física na redução do risco de obesidade e na prevenção e diminuição de mortalidade por diversas doenças crônicas, como hipertensão, diabetes tipo 2 e câncer (Brasil, 2021).

Considerando a relevância da prática de atividade física no controle e tratamento da obesidade e SM, essa abordagem é reconhecida como um dos principais componentes na prevenção e manejo dessas condições.

O Plano de Ação Global para Atividade Física 2018-2023 reforça a importância da atividade física regular para o tratamento e prevenção de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), inclusive a obesidade (WHO, 2018).

No entanto, ainda são incipientes as informações mais assertivas para a prescrição de exercícios de forma satisfatória e adequada para esta população, uma vez que ainda não possui consenso na literatura a respeito duração, intensidade do esforço e frequência do exercício físico, além de que a adequada prescrição de exercícios pode variar de acordo com a idade e o sexo dos indivíduos, como apontam as Diretrizes Brasileiras de Obesidade (ABESO, 2016).

Diante do exposto, o objetivo do presente estudo foi avaliar a efetividade da intervenção de diferentes tipos de exercício físico sobre os parâmetros que compõem a síndrome metabólica em adultos obesos, por meio de uma revisão sistemática de ensaios clínicos randomizados, considerando o método, a intensidade e a duração do esforço empregado.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Caracterização da pesquisa e estratégias de busca

Para responder à pergunta “Quais os efeitos do exercício físico sobre os parâmetros que compõem a síndrome metabólica em adultos/idosos obesos?”, foram realizadas buscas por artigos científicos de ensaios clínicos randomizados nas bases de dados bibliográficos eletrônicos PubMed, BVS (Biblioteca Virtual em Saúde) e Scopus no período entre de julho e setembro de 2023.

Os descritores foram selecionados a partir do dicionário Medical Subject Heading

Terms (MeSH), sendo ajustados da seguinte forma: [(metabolic syndrome) AND/OR (obese/obes\*) AND/OR (exercise) AND/OR (physical activity) AND/OR (exerci\*)]. Posteriormente, os descritores foram ajustados para as outras bases.

### Critérios de elegibilidade

Foram considerados para inclusão os estudos que atenderam aos seguintes critérios:

- 1) Estudos de ensaios clínicos controlados;
- 2) Estudos com textos completos;
- 3) Estudos que incluíram pessoas com obesidade (usando o critério de avaliação por meio do perímetro da cintura - obesidade abdominal ou índice de massa corporal) associado a síndrome metabólica;
- 4) Estudos que analisaram a influência da prática do exercício físico nos parâmetros da síndrome metabólica;
- 5) Amostra composta por indivíduos com idade a partir de 18 anos (adultos/idosos).

### Seleção dos estudos

A seleção dos artigos foi realizada por dois autores (TP e JA) de maneira independente. O processo de buscas foi realizado considerando o título e resumo (abstract) na plataforma Pubmed; título, resumo e palavras-chave na Scopus/science, e título, resumo e assunto na BVS.

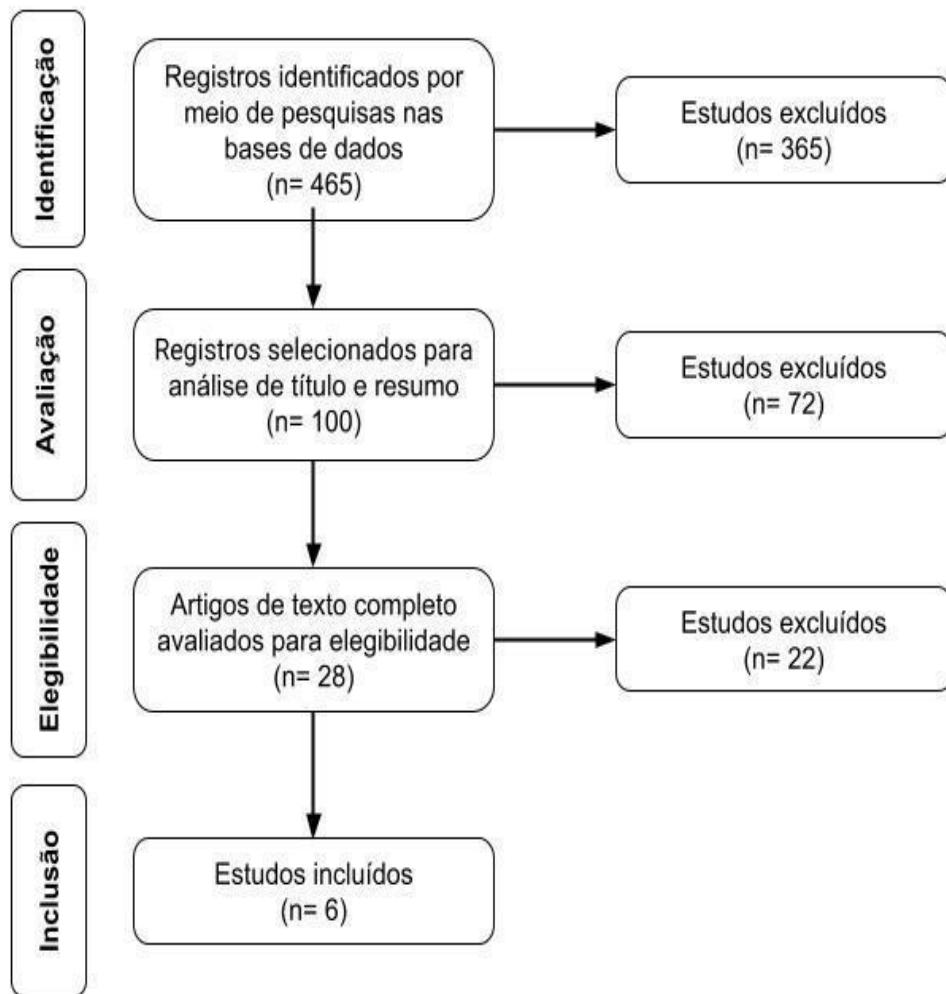
Em todas as buscas o filtro de texto completo foi utilizado. Foram excluídos os artigos cujo ano de publicação era anterior a 2013, sendo considerado para inclusão, portanto, apenas aqueles publicados nos últimos 10 anos (2013 a 2023), além de artigos de revisão e artigos com modelo de animais de experimentação. Adicionalmente, foram identificadas e excluídas as duplicatas.

Inicialmente, foi feita a leitura do título e do resumo dos artigos como primeira etapa de avaliação dos critérios de exclusão. Após esta revisão, aqueles que não se enquadram nos critérios de elegibilidade foram excluídos, enquanto alguns artigos foram selecionados para leitura na íntegra.

Após esta leitura minuciosa, foram selecionados apenas os estudos considerados elegíveis para a presente revisão e os dados foram adicionados em uma planilha de Excel, com as seguintes informações: Nome do primeiro autor e ano de publicação; Público alvo; Tamanho da amostra; Tipo de estudo;

Tempo de intervenção; Métodos de intervenção de exercício; Intervenção nutricional (sim ou não); Método de diagnóstico da síndrome metabólica validado; Resultados (avaliação dos parâmetros da síndrome metabólica).

íntegra. Após essa leitura minuciosa, 22 artigos foram excluídos por não seguirem o critério de inclusão do público-alvo estabelecido previamente (adultos obesos com síndrome.



**Figura 1** - Fluxograma de busca e seleção de artigos elegíveis.

## RESULTADOS

Foram encontrados inicialmente 465 artigos, dos quais 365 foram excluídos por serem duplicados e ou não terem relação com o tema. Foi avaliado o título e resumo dos 100 artigos remanescentes, e dentre estes, 28 artigos foram selecionados para leitura na

metabólica com idade acima de 18 anos), finalizando, portanto, com a inclusão de 6 artigos para o presente estudo, conforme detalhamento apresentado no fluxograma (Figura 1).

## Descrição dos estudos

A Tabela 1 apresenta as características das amostras dos estudos selecionados. Metade dos estudos elegíveis para o presente artigo teve a autoria principal do mesmo pesquisador e seu grupo, Reljic e colaboradores, sendo o mais recente publicado em maio de 2022, que se refere a uma sub-análise dos seus dois estudos anteriores (Reljic e colaboradores, 2021a; Reljic e colaboradores, 2021b).

Todos os seis artigos incluídos nesta revisão investigaram grupos de pessoas adultas obesas composto por homens e mulheres com e sem diagnóstico de SM, no entanto, apenas um investigou somente mulheres com essas condições (Atigan e colaboradores, 2021).

O número de participantes em cada estudo foi considerado significativo, sendo o menor composto de 48 participantes e o maior, de 154 indivíduos.

No estudo de Dutheil e colaboradores (2013), foram selecionados 100 indivíduos (44 homens e 56 mulheres) entre 50-70 anos de idade, e considerou também como critério de seleção o peso corporal estável nos últimos seis meses, a ausência de condições médicas específicas, como doenças hepáticas, renais ou psiquiátricas, bem como doenças cardiovasculares ou endócrinas não relacionadas à SM.

No estudo de Reljic e colaboradores (2021a), participaram 117 pessoas maiores de 18 anos (média de 50 anos de idade) que apresentavam ao menos duas alterações cardiometabólicas adicionais e um estilo de vida sedentário.

De forma semelhante, participaram 118 pessoas com idade superior a 18 anos (média de 52 anos de idade) no estudo de Reljic e colaboradores (2021b), e 125 pessoas com idade superior a 18 anos (média de 52 anos de idade) no estudo de Reljic e colaboradores (2022).

Já o estudo de Mora-Rodriguez e colaboradores (2014) foi conduzido com 48 participantes (22 homens e 26 mulheres) com idade entre 31 e 68 anos, e excluíram indivíduos com doença cardiovascular ou renal, doença vascular periférica e qualquer doença relacionada à intolerância ao exercício, ao passo que no estudo de Atigan e colaboradores (2021), o nível de atividade física dos participantes foi avaliado antes do estudo pelo

IPAQ-SF, no qual incluiu apenas mulheres com idade entre 25 a 65 anos.

Embora a obesidade abdominal não tenha sido explicitamente mencionada na metodologia, todos os participantes demonstraram essa condição, conforme evidenciado pelas medidas de perímetria da cintura [Mediana (Intervalo interquartilar) 108 (105–116) cm, 117 (100–127) cm e 114 (104–120) cm, respectivamente, para os três grupos estudados, e por essa razão este estudo foi incluído nas nossas análises.

A tabela 1 também apresenta os critérios diagnósticos de síndrome metabólica adotados pelos estudos para seleção dos voluntários, no qual um dos artigos (Dutheil e colaboradores, 2013) utilizaram os critérios da “Federação Internacional de Diabetes” (IDF), publicado em artigo de Alberti e colaboradores (2005), em que a SM era identificada pela presença obrigatória de obesidade abdominal, caracterizada por perímetro da cintura  $\geq 94$  cm para homens e  $\geq 80$  cm para mulheres, associada a presença de três ou mais fatores entre triglicerídeos  $\geq 150$  mg/dL; HDL-c  $< 40$  mg/dL(homens) e  $< 50$  mg/dL (mulheres); pressão arterial (PA)  $\geq 130/85$  e glicemia de jejum  $\geq 100$  mg/dL. Um outro artigo (Mora-Rodriguez e colaboradores, 2014) também utilizou os critérios do IDF, no entanto, com a modificação proposta por Alberti e colaboradores (2009), em que o diagnóstico era semelhante ao documento de 2005 (presença de pelo menos três critérios), exceto pela obrigatoriedade da obesidade abdominal.

Outros três artigos do presente estudo adotaram os critérios estabelecidos pelo “Programa Nacional de Educação sobre Colesterol e Tratamento de Adultos do Painel III (NCEP ATP III)” para classificar a SM, dos quais três deles (Reljic e colaboradores, 2021a, 2021b e 2022) adotaram aqueles publicados em 2002, em que a SM é identificada pela presença de três ou mais componentes, como obesidade abdominal evidenciada pelo perímetro da cintura  $\geq 102$ cm para homens e  $\geq 88$ cm para mulheres; triglicerídeos  $\geq 150$  mg/dL; HDL-c  $\leq 40$  mg/dL para homens e  $\leq 50$  mg/dL para mulheres; pressão arterial  $\geq 130/85$ ; glicemia de jejum  $\geq 110$  mmg/dL. Um outro artigo (Atigan e colaboradores, 2021) também adotou os critérios do NCEP ATP III, semelhantes ao documento de 2002 (presença de pelo menos três critérios acima), mas com a modificação do valor da glicose para  $\geq$  que 100 mg/dL (Grundy e colaboradores, 2005).

Ainda no quadro 1, pode-se observar que dos seis artigos do presente estudo, quatro realizaram intervenção nutricional por meio de aconselhamento nutricional para atingir um déficit energético diário de 500 kcal.

A ingestão nutricional foi monitorada por registros dietéticos de 24 horas (Freiburger Ernährungsprotokoll; Nutri-Science, Freiburg, Alemanha) avaliados em 3 dias consecutivos no início do estudo e na última semana da intervenção.

O quadro 2 apresenta a descrição dos grupos experimentais, os protocolos de

treinamento, bem como os principais achados dos estudos selecionados.

Desta forma, pode-se observar que os programas de exercício foram diversos entre os estudos, consistindo desde treinamento de força (TF) com equipamentos e pesos livre, treinamento aeróbio (TA) intervalados ou contínuo em esteira, cicloergômetro ou ao ar livre variando de moderada a alta intensidade, até exercícios de força com eletrostimulação.

**Quadro 1- Características das amostras dos estudos selecionados.**

Artigo	(n) total	Idade (anos)	Seleção da amostra	Intervenção Nutricional
Dutheil e colaboradores, 2013	100	50-70	Homens (H) e mulheres (M) com obesidade abdominal ( $H \geq 94$ cm; $M \geq 80$ cm), síndrome metabólica (IDF - Alberti, Zimmet e Shaw, 2005) e estilo de vida sedentário (autorrelatado).	Aconselhamento nutricional para déficit energético diário de 500 kcal.
Mora-Rodriguez e colaboradores, 2014	48	31-68	Homens e mulheres com obesidade abdominal ( $H \geq 94$ cm; $M \geq 80$ cm) e síndrome metabólica (IDF - Alberti e colaboradores, 2009).	Não
Reljic e colaboradores, 2021a	117	$\geq 18$ (média 50 anos)	Homens e mulheres obesos ( $IMC \geq 30$ kg/m <sup>2</sup> ) com síndrome metabólica (NCEP-ATP III – revisada em 2005) e estilo de vida sedentário (questionário EQ-5D-5L).	Aconselhamento nutricional para Déficit energético diário de 500 kcal monitorado por registros da ingestão nutricional de 24h (Freiburger Ernährungsprotokoll; Nutri-Science, Freiburg, Alemanha), por 3 dias consecutivos no início e na última semana da intervenção.
Reljic e colaboradores, 2021b	118	$\geq 18$ (média 52 anos)	Homens e mulheres obesos ( $IMC \geq 30$ kg/m <sup>2</sup> ) com síndrome metabólica (NCEP-ATP III – revisada em 2005) e estilo de vida sedentário (questionário EQ-5D-5L).	Aconselhamento nutricional para déficit energético diário de 500 kcal, monitorado por registros da ingestão nutricional de 24h (Freiburger Ernährungsprotokoll; Nutri-Science, Freiburg, Alemanha), por 3 dias consecutivos no início e na última semana da intervenção.
Atigan e colaboradores, 2021	60	25-65	Mulheres com obesidade abdominal (perímetro da cintura $\geq 88$ cm) com síndrome metabólica (NCEP-ATP III, 2002) e nível de atividade física avaliado antes do estudo (IPAQ-SF).	Não

Reljic e colaboradores, 2022	125	≥18 (média 52 anos)	Homens e mulheres obesos (IMC ≥ 30 kg/m <sup>2</sup> ) com síndrome metabólica (NCEP-ATP III – revisada em 2005) e com estilo de vida sedentário (ACMS).	Aconselhamento nutricional para um déficit energético diário de 500 kcal.
------------------------------	-----	---------------------	--	---

International Diabetes Federation; NCEP-ATP III= National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III; EQ-5D-5L= Questionário de qualidade de vida; ACSM= American College of Sports Medicine; IMC= Índice de massa corporal; IPAQ-SF: Questionário Internacional de Atividade Física Abreviado.

Outra observação importante é que em todos os estudos, a intensidade de esforço dos exercícios foi progressivamente aumentada de acordo com cada protocolo apresentado.

Com relação a duração das intervenções, em sua maioria os programas de treinamento tiveram duração de 3 meses (12 semanas), sendo apenas um estudo com duração de 4 meses (16 semanas), e um estudo com acompanhamento mais extenso de 12 meses (Dutheil e colaboradores, 2013). Verificou-se ainda que o TF esteve presente no programa de treinamento de metade dos estudos, enquanto a outra metade incluiu somente TA.

O estudo de Mora-Rodriguez e colaboradores (2014) foi o único que realizou apenas um método de treinamento, no qual os participantes foram submetidos a 4 meses de treinamento aeróbio intervalado (AIT) em bicicleta, cuja sessão de era dividida em aquecimento de 10 min a intensidade de 70% da frequência cardíaca máxima (FC máx), seguida de TA intervalado de 4x4min (4 tiros de alta intensidade a 90% da FC máx e intervalos ativos de 3 min a 70% FC máx), seguida de 5 min de desaquecimento, realizadas 3x por semana durante 16 semanas, além de receber orientação para manter a alimentação normal.

Em contrapartida, os protocolos de treinamento no estudo de Dutheil e colaboradores (2013) foram mais complexos, no qual os participantes foram divididos em Grupo Força alta-endurance moderado (Grupo Re, n=34), que consistia de treino de força de a 70% de uma repetição máxima (1RM) + treino aeróbio a 30% do volume de oxigênio pico (VO<sub>2</sub> pico); Grupo Força moderada-endurance alto (Grupo rE, n=32), com treino de força 30% de 1RM + aeróbio a 70% VO<sub>2</sub> pico; Grupo Força moderada-endurance moderado (Grupo re, n=34), composto de treino de força a 30% de 1RM + aeróbio a 30% VO<sub>2</sub> pico, e Grupo Controle (CON=44), em que os voluntários permaneciam sem se exercitar. Os programas de treinamento eram de alto volume (15h-

20h/semanais), em que o TA incluía hidroginástica, ciclismo e caminhada por 90min, 4 dias/semana e o TF composto de 8 exercícios dos grandes grupos musculares com pesos livres e equipamentos por 90 min, em 3x10 repetições; 4 dias/semana. A duração total do programa foi de 12 meses, sendo as 3 semanas iniciais realizadas na residência do voluntário.

Com relação a aplicação do TA, apenas o estudo de Atigan e colaboradores (2021) utilizaram o TA contínuo, ao passo que Reljic e colaboradores (2021a) aplicaram o TA intervalado de alta (HIIT) e moderada intensidade (MIIT), além do grupo controle, no qual os participantes não realizaram atividade física, mas receberam aconselhamento nutricional.

Já no estudo de Reljic e colaboradores (2021b), os participantes foram divididos em Grupos WB-SEM, cujos voluntários realizavam TF (2x10 repetições de supino, pull-down, flexão/extensão de tronco, meio agachamento) associado a eletroestimulação de corpo todo, 2 vezes por semana em intervalo de 2 dias; Grupo 1RT, composto por TF com realização de apenas 1 série de cada exercício; Grupo 3RT, composto por TF em que se realizava 3 séries de cada exercício, e Grupo controle, que teve apenas aconselhamento nutricional.

Os protocolos do 1RT e 3RT consistia de aquecimento de 5 minutos em cicloergômetro, seguido de 5 exercícios para os principais grupos musculares (abdominais, região lombar, parte superior das costas, tórax e pernas) em máquinas, com intervalo de 2 minutos entre séries e entre os exercícios. A intensidade foi de 50-60% de 1 RM nas semanas 1-4; 60-75% de 1RM nas semanas 5-8; e 70-80% de 1RM nas semanas 9-12.

Esses exercícios eram executados 2 vezes por semana em um intervalo de 2 dias. Por outro lado, Reljic e colaboradores (2022) realizaram uma sub-análise no qual combinou os dados dos ensaios clínicos anteriores (2021a e 2021b), com intuito de investigar o

impacto desses diferentes protocolos de exercícios sobre os aspectos da inflamação em pessoas obesas.

A tabela 2 também apresenta o resumo dos principais achados referentes aos efeitos dos diferentes protocolos de treinamento de exercícios sobre os parâmetros da síndrome metabólica em pessoas obesas.

Desta forma, pode-se observar que todos os valores são comparativos entre os momentos antes (pré) e depois (pós) de finalizar o programa de treinamento físico designado, considerando como diferença significativa o valor de  $p<0,001$ ,  $p<0,01$  ou  $p<0,05$ .

Dentre os estudos, o trabalho de Dutheil e colaboradores (2013) foi o único que considerou o percentual (%) de alteração em relação aos valores pré intervenção, seja de aumento ou de redução dos parâmetros da SM, sem apresentar os valores médios das variáveis comparadas.

Outra informação importante é que em todos os estudos selecionados, as variáveis antropométricas peso corporal e perímetro da cintura apresentaram redução estatisticamente significativa pós-intervenção, independentemente do tipo de exercício e programa de treinamento.

Com relação as variáveis metabólicas, os níveis séricos de HDL-c, triglicerídeos e glicemia foram os parâmetros menos afetados positivamente considerando todos os protocolos empregados nos diferentes estudos, apesar de alguns destes terem apresentado respostas interessantes para esses parâmetros.

Por exemplo, os três protocolos de TF combinado ao TA em diferentes intensidades no estudo de Dutheil e colaboradores (2013), o TA intervalado de alta intensidade (4 x 4 min, tiros de 90% da FCmáx, com intervalo ativo de 3 min à 70%FCmáx) no estudo de Mora-Rodriguez e colaboradores (2014) e o TA intervalado de moderada e alta intensidades no estudo de Atigan e colaboradores (2021) foram capazes de promover aumento dos níveis séricos de HDL-c, enquanto a redução das

concentrações sanguíneas de triglicerídeos só foram observadas em dois dos seis estudos, sendo portanto, promovida pelos três protocolos de TF combinado ao TA no estudo de Dutheil e colaboradores (2013) e após o TF de séries múltiplas no estudo de Reljic e colaboradores (2022).

Já em relação a redução da glicemia, esta resposta positiva foi encontrada em 50% dos estudos analisados, sendo observada após os protocolos de treinamento de TF combinado ao TA no estudo de Dutheil e colaboradores (2013), no TA intervalado de moderada e alta intensidade no estudo de Atigan e colaboradores (2021), e após o TF de séries múltiplas no estudo de Reljic e colaboradores (2022).

Por outro lado, cinco dos seis estudos da presente revisão apresentaram redução da pressão arterial, mostrando que muitos protocolos de treinamento podem ser efetivos sobre esta variável.

Esses achados foram demonstrados após o fim dos protocolos que associaram o TF ao TA (grupos Re e re) no estudo de Dutheil e colaboradores (2013); o TA intervalado no estudo de Mora-Rodriguez e colaboradores (2014); TA intervalado de moderada (MIIT) e alta (HIIT) intensidades no estudo de Reljic e colaboradores (2021a); após o TF de série única (1RT) ou múltipla (3RT) no estudo de Reljic e colaboradores (2021b) e após o TF de série múltipla (3RT) e TA de alta intensidade e alto volume no estudo de Reljic e colaboradores (2022).

Em contrapartida, conforme anteriormente mencionado, os parâmetros antropométricos foram afetados positivamente em absolutamente todos os diferentes protocolos de treinamento empregados, uma vez que todos os grupos de intervenção com exercícios nos seis estudos da presente revisão foram eficazes na redução do peso corporal e do perímetro da cintura (um relevante parâmetro da SM), independentemente do tipo de exercício, intensidade do esforço, frequência semanal e duração (quadro 2).

**Qaudro 2 - Efeitos dos diferentes protocolos de treinamento.**

Artigo	Grupos experimentais	Protocolo de Treinamento (intervenção)	Principais resultados
Dutheil et colaboradores, 2013	<p>Grupo Força alta-endurance moderado (Grupo Re, n=34): Treino de força de alta intensidade (70% de 1RM) + treino aeróbio de intensidade moderada (30% do VO<sub>2</sub> pico).</p> <p>Grupo Força moderada-endurance alta (Grupo rE, n=32): Treino de força de intensidade moderada (30% de 1RM) + aeróbio alta intensidade (70% VO<sub>2</sub> pico).</p> <p>Grupo Força moderada-endurance moderada (Grupo re, n=34): Treino de força (30% de 1RM) + aeróbio moderada intensidade (30% VO<sub>2</sub> pico).</p> <p>Grupo Controle (CON=44): inatividade física sem critérios de SM.</p>	<p>Treinamento Endurance: hidroginástica, ciclismo e caminhada; duração de 90min a sessão; 4 dias/semana.</p> <p>Treinamento de Força: 8 exercícios; pesos livres e equipamentos tradicionais dos grandes grupos musculares; 3 séries de 10 repetições; duração de 90 min a sessão; 4 dias/semana.</p> <p>Controle: sem realizar exercícios.</p> <p>Volume de treino: 15h-20h por semana.</p> <p>Duração total: 48 semanas (12 meses).</p>	<p>Pré vs. Pós (Intragrupo); p&lt;0,001</p> <p>Grupo Re: ↓ Peso corporal: 5,9±5,8% kg; ↓ Perímetro cintura: 7,7±6,6% cm; ↑ HDL-c: 14,6±18,1% mmol/l; ↓ Triglicerídeos: 9,7±29,4% mmol/l; ↓ Glicemia: 13,5±16,9% mmol/l; ↓ PAS: 3,5±9,8% mmHg.</p> <p>Grupo rE: ↓ Peso corporal: 8,4±8,7%; ↓ Perímetro cintura: 9,5±6,8%; ↑ HDL-c: 19,1±22,4%; ↓ Triglicerídeos: 3,5±39,8%; ↓ Glicemia: 3,4±21,6%; ↑ PAS: 1,7±8,8%.</p> <p>Grupo re: ↓ Peso corporal: 4,7±6,7%; ↓ Perímetro cintura: 6,3±5,0%; ↑ HDL-c: 13,4±22,3%; ↓ Triglicerídeos: 9,3±28,2%; ↓ Glicemia: 9,2±18,6%; ↓ PAS: 1,1±10,5%.</p>
Mora-Rodriguez et colaboradores, 2014	Grupos pré-AIT e pós-AIT Treinamento aeróbio intervalado (n=48).	<p>Em bicicleta; Aquecimento 10 min (70% FCmáx) + treinamento aeróbio intervalado 4x4min (tiros a 90% FCmáx e intervalos ativos de 3min a 70% FCmáx) + 5 min desaquecimento.</p> <p>Duração total: 16 semanas (4 meses).</p>	<p>Pré vs. Pós; p&lt;0,05</p> <p>↓ Peso corporal: Pré, 86.9±1.9 vs. Pós, 85.1±1.8 kg; ↓ Perímetro cintura: Pré, 105.4±1.3 vs. Pós, 101.4±1.2 cm; ↑ HDL-c: Pré, 1.27±0.02 vs. Pós, 1.42±0.05 mmol/l; ↔ Triglicerídeos: Pré, 1.53±0.10 vs. Pós, 1.41±0.11 mmol/l; ↔ Glicemia: Pré, 6.27±0.22 vs. Pós, 5.99±0.16 mmol/l; ↓ PAS: Pré, 139±2 vs. Pós, 121±2 mmHg.</p>
Reljic et colaboradores, 2021a	<p>Grupo HIIT (n=40): Treinamento intervalado de alta intensidade em cicloergômetro.</p> <p>Grupo MIIT (n=37): Treinamento intervalado de moderada intensidade em cicloergômetro.</p> <p>Grupo CON (n=40): Grupo controle.</p>	<p>HIIT: Aquecimento 2 min + 5x1min (tiros a 80-95% da FCmáx e intervalo ativo de 1min de baixa intensidade) + relaxamento 3 min.</p> <p>MIIT: Aquecimento 2 min + 5x1 min (tiros a 65-80% da FCmáx e 1 min intervalo ativo de baixa intensidade) + relaxamento 3 min.</p> <p>CON: Sem exercício físico (inativo) + aconselhamento nutricional.</p> <p>Sessão de 14 min; 2 dias/semana; intervalos de 2 dias entre as sessões.</p> <p>Duração total: 12 semanas (3 meses).</p>	<p>Pré vs. Pós; p&lt;0,01</p> <p>Grupo HIIT: ↓ Peso corporal: Pré, 116,6±28,1 vs. Pós, 112,7±127,6 kg; ↓ Perímetro cintura: Pré, 117,2±20,0 vs. Pós, 110,8±17,9 cm; ↔ HDL-c: Pré, 48±10 vs. Pós, 49±11 mg/dL; ↔ Triglicerídeos: Pré, 137±59 vs. Pós, 133±45 mg/dL; ↔ Glicemia: Pré, 101±17 vs. Pós, 101±14 mg/dL; ↓ PAS: Pré, 144±16 vs. Pós, 133 ± 11 mmHg.</p> <p>Grupo MIIT: ↓ Peso corporal: Pré, 101,1±18,1 vs. Pós, 99,1±18,7 kg; ↓ Perímetro cintura: Pré, 109,0±12,4 vs. Pós, 105,3±12,1 cm; ↔ HDL-c: Pré, 51±14 vs. Pós, 51±12 mg/dL; ↔ Triglicerídeos: Pré, 151±86 vs. Pós, 143±88 mg/dL; ↔ Glicemia: Pré,</p>

			106±29 vs. Pós, 109±32mg/dL; ↓ PAS: Pré, 143±14 vs. Pós, 131±11mmHg.  Grupo CON: ↓ Peso corporal: Pré, 106.4±20.2 vs. Pós, 103.6±20.9 kg; ↔ Demais parâmetros.	
Reljic colaboradores, 2021b	e	Grupo WB-EMS (n=31): Exercícios de força + eletroestimulação de corpo inteiro.  Grupo 1RT (n=28): Treinamento de força de uma série de cada exercício  Grupo 3RT (n=29): Treinamento de força de três séries de cada exercício  Grupo CON (n=40): Controle	WB-EBS: supino, pull-down, flexão/extensão de tronco, meio agachamento; 2x10 Rep. com estimulação elétrica dos músculos (impulsos intermitentes de 6s e intervalo de 4s, 85Hz); 2x/semana, intervalo de 2 dias.  1RT e 3RT: Aquecimento de 5 min em cicloergômetro + 5 exercícios para grandes grupos musculares (abdominais, região lombar, parte superior das costas, tórax e pernas) em máquinas; intervalo 2min entre séries/exercícios; intensidade 50-60% 1RM nas semanas 1-4; 60-75% 1RM nas semanas 5-8; e 70-80% 1RM nas semanas 9-12); 2x/semana, intervalo de 2 dias.  CON: Sem exercício físico (inativo) + aconselhamento nutricional.  Duração total: 12 semanas (3 meses).	Pré vs. Pós; p<0,01  Grupo WT-EMS: ↓ Peso corporal: Pré, 108.4± 19.6 vs. Pós, 104.4 ±17.4 kg; ↓ Perímetro cintura: Pré, 114.1±10.8 vs. Pós, 110.8±11.9 cm; ↔ HDL-c: (Pré, 54±14 vs. Pós, 53±13 mg/dL; ↔ Triglicerídeos: Pré, 137±67 vs. Pós, 122±41 mg/dL; ↔ Glicemia: Pré, 104±11 vs. Pós, 103±13 mg/dL; ↔ PAS: Pré, 135±14 vs. Pós, 137±11 mmHg.  Grupo 1RT: ↓ Peso corporal: Pré, 104.9±26.1 vs. Pós, 101.7±25.7 kg; ↓ Perímetro cintura: Pré, 111.0±14.3 vs. Pós, 105.8±12.8 cm; ↔ HDL-c: Pré, 58±17 vs. Pós, 57±16 mg/dL; ↔ Triglicerídeos: Pré, 124±39 vs. Pós, 122±36 mg/dL; ↔ Glicemia: Pré, 96±5 vs. Pós, 97±14 mg/dL; ↓ PAS: Pré, 146±18 vs. Pós, 136±12 mmHg.  Grupo 3RT: ↓ Peso corporal: Pré, 117.7±32.3 vs. Pós, 114.0±32.8 kg; ↓ Perímetro cintura: Pré, 118.3±19.0 vs. Pós, 113.1±17.7 cm; ↔ HDL-c: Pré, 58±17 vs. Pós, 58±15 mg/dL; ↔ Triglicerídeos: Pré, 144±85 vs. Pós, 126±54 mg/dL; ↔ Glicemia: Pré, 102±15 vs. Pós, 99±14 mg/dL; ↓ PAS: Pré, 142±17 vs. Pós, 132±15 mmHg.  Grupo CON: ↓ Peso corporal: Pré, 104.7±20.2 vs. Pós, 102.3±20.8kg; ↔ Demais parâmetros.
Atigan colaboradores, 2021	e	Grupo HIE (n=20): Exercício aeróbio de intensidade alta.  Grupo MIE (n=20): Exercício aeróbio de intensidade moderada.  Grupo ECE-PEDO (n=20): Exercício aeróbio ao ar livre com uso de pedômetro	HIE: Exercício na esteira a 70% VO2máx, 20min/sessão, 3x/semana.  MIE: Exercício na esteira a 50% VO2máx, 30min/sessão, 5x/semana.  ECE-ED: Caminhada ao ar livre com uso de pedômetro a intensidade de 50% VO <sub>2</sub> máx, 30min/sessão, 5x/semana (passos/min alvo estabelecido previamente, com emissão de som para controle de limites superiores e inferiores).	Pré vs. Pós; p<0,01  Grupo HIE: ↓ Peso corporal: Pré, 82,0 (77,5-90) vs. Pós, 81,0 (69,0-85,5) kg; ↓ Perímetro cintura: Pré, 108,0 (105-116) vs. Pós, 102,0 (95-108) cm; ↑ HDL-c: Pré, 46 (38-52,5) vs. Pós, 51 (42,5-58,5) mg/dL; ↔ Triglicerídeos: Pré, 151 (108 - 198,5) vs. Pós, 126 (102,5-175 ) mg/dL; ↓ Glicemia: Pré, 104 (95-106) vs. Pós, 93 (89-100) mg/dL.  Grupo MIE: ↓ Peso corporal: Pré, 89 (73,25-99,75) vs. Pós, 85 (71,25-

		<p>Duração total: 12 semanas (3 meses).</p> <p>95.7) kg; ↓ Perímetro cintura: Pré, 117.0 (100-127) vs. Pós, 114.5 (97.5-123.5) cm; ↑ HDL-c: Pré, 44.5 (36.25-46) vs. Pós, 48.5 (41.25-52) mg/dL; ↔ Triglicerídeos: Pré, 164 (134-195.2) vs. Pós, 145 (123.5-237.7) mg/dL; ↓ Glicemia: Pré, 102 (98.5-105.75) vs. Pós, 100 (93.25-102.75) mg/dL.</p> <p>Grupo ECE PEDO: ↓ Peso corporal: Pré, 79,0 (72.5-94) vs. Pós, 74,0 (69-90.5) kg; ↓ Perímetro cintura: Pré, 114.0 (104-120) vs. Pós, 111.0 (102-119) cm; ↔ HDL-c: Pré, 46 (41-51) vs. Pós, 49 (44-54.5) mg/dL; ↔ Triglicerídeos: Pré, 156 (103.5 - 193.5) vs. Pós, 144 (93-200) mg/dL; ↔ Glicemia: 108 (99.5-118) vs. Pós, 103 (93.5-112.5) mg/dL</p>
Reljic et colaboradores, 2022		<p>Grupo LOW-HIIT (n=26): LOW=HIIT: Aquecimento 2 min + Treinamento aeróbio de alta intensidade com volume muito baixo.</p> <p>Grupo 1RT (n=22): Treinamento de força de uma série de cada exercício.</p> <p>Grupo 3RT (n=25): Treinamento de força de três séries de cada exercício.</p> <p>Grupo WB-EMS (n=26): Exercícios de força + eletroestimulação de corpo inteiro.</p> <p>Grupo CON (n=31): Controle</p> <p>LOW=HIIT: Aquecimento 2 min + 5x1min (tiros a 80-95% da FCmáx e intervalo ativo de 1min de baixa intensidade) + relaxamento 3 min; total 14min/sessão.</p> <p>1RT e 3RT: Aquecimento 5min em cicloergômetro + 5 exercícios para abdominais, região lombar, parte superior das costas, tórax e pernas em máquinas; intervalo 2min entre séries/exercícios; intensidade 50-60% 1RM nas semanas 1-4; 60-75% 1RM nas semanas 5-8; e 70-80% 1RM nas semanas 9-12); 2x/semana, intervalo de 2 dias.</p> <p>WB EBS: supino, pull-down, flexão/extensão de tronco, meio agachamento; 2x10 Rep. com estimulação elétrica dos músculos (impulsos intermitentes de 6s e intervalo de 4s, 85Hz); 2x/semana, intervalo de 2 dias.</p> <p>CON: Sem exercício físico (inativo) + aconselhamento nutricional.</p> <p>Duração total: 12 semanas (3 meses).</p> <p>Pré vs. Pós; p&lt;0,01</p> <p>Grupo LOW-HIIT: ↓ Peso corporal: 117.0±26.1 vs. 113.0±25.2 kg; ↓ Perímetro da cintura: 116±19 vs. 110±18 cm; ↔ HDL-c: 49 ± 10 vs. 48 ± 11 mg/dL; ↔ Triglicerídeos: 132±56 vs. 128±44 mg/dL; ↔ Glicemia: 101±18 vs. 100±12 mg/dL; ↓ PAS: 144±17 vs. 133±11 mmHg.</p> <p>Grupo 1RT: ↓ Peso corporal: 102.9±27.7 vs. 98.1±26.0 kg; ↓ Perímetro da cintura: 111±16 vs. 106±14 cm; ↔ HDL-c: 59±19 vs. 59±18 mg/dL; ↔ Triglicerídeos: 126±43 vs. 119±28 mg/dL; ↔ Glicemia: 96±16 vs. 96±12 mg/dL; ↔ PAS: 148±17 vs. 138±12 mmHg.</p> <p>Grupo 3RT: ↓ Peso corporal: 114.0±30.1 vs. 110.3±30.1 kg; ↓ Perímetro da cintura: 116±18 vs. 111±17 cm; ↔ HDL-c: 59±17 vs. 58±15mg/dL; ↓ Triglicerídeos: 146±89 vs. 124±56 mg/dL; ↓ Glicemia: 105±13 vs. 99±14mg/dL; ↓ PAS: 142±17 vs. 132±16 mmHg.</p> <p>Grupo WB-EMS: ↓ Peso corporal: 106.1±17.9 vs. 101.9±14.6 kg; ↓ Perímetro da cintura: 114±10 vs. 111±9 cm; ↔ HDL-c: 53±14 vs. 52±13 mg/dL; ↔ Triglicerídeos: 133±59 vs. 118±36 mg/dL; ↔ Glicemia: 104±12 vs. 102±14 mg/dL; ↔ PAS: 134±14 vs. 137±11 mmHg.</p> <p>Grupo CON: ↓ Peso corporal: 104.4±20.5 vs. 101.5±21.5; ↔ demais parâmetros.</p>

FC= Frequência cardíaca; máx= máxima; PAS= Pressão arterial sistólica; % = percentual de alteração; ↑= aumento significativo; ↓= redução significativa; ↔= nenhuma diferença significativa. p<0,001, p<0,01 ou p<0,05 = diferença significativa em comparações pré e pós-intervenção em cada grupo.

## DISCUSSÃO

O presente estudo de revisão selecionou seis artigos elegíveis por meio de pesquisa bibliográfica e aplicação dos critérios de elegibilidade estabelecidos previamente relacionados a eficácia de diferentes tipos de treinamento físico sobre os parâmetros de síndrome metabólica em adultos obesos.

Este baixo número se deu pela combinação do perfil da amostra escolhida, adultos obesos com SM, o que demonstra também a baixa produção científica sobre esta temática, embora sua grande importância.

Apesar disso, a presente revisão traz evidências que relacionam a prática do exercício físico à melhora dos indicadores metabólicos da SM a partir da análise de ensaios clínicos.

Todos os estudos baseiam-se em definições para obesidade em adultos e para diagnóstico de síndrome metabólica. Verificam-se nos estudos incluídos pontos de corte de obesidade pelo IMC ( $IMC \geq 30 \text{ kg/m}^2$ ) e pelo perímetro da cintura, de acordo com cada critério utilizado, e para definição de SM destacam-se as classificações da IDF e da NCEP-ATP III.

No entanto, tiveram alguns estudos excluídos que apresentaram resultados significativos do efeito do exercício físico, mas que não deixaram claros os métodos de seleção dos participantes e classificação dessas condições metabólicas/doenças.

Nesse sentido, Won-Mok Son e Jung-Jun Park (2021) investigaram os efeitos do treinamento físico com o uso de faixas elásticas sobre os parâmetros da SM em mulheres obesas na pós-menopausa. Os autores utilizaram um protocolo de exercícios com duração de 60 minutos, sendo realizado 3 vezes por semana, totalizando 12 semanas de intervenção.

Foram realizados vários exercícios com a utilização deste material e a intensidade foi aumentada gradualmente (começando entre 40-50% de 1RM nas 4 primeiras semanas, 50-60% de 1RM da quinta a oitava semana e 60-70% de 1RM nas três últimas semanas). Todavia, os autores não citaram nenhum método validado como critério para diagnóstico da SM nas mulheres que participaram do

estudo, apenas mencionaram os valores de corte utilizados para pressão arterial (sistólica  $\geq 130$  e diastólica  $\geq 80 \text{ mmHg}$ ) e perímetro da cintura ( $\geq 80 \text{ cm}$ ).

Apesar da falta de um método diagnóstico definido que o impediu de ser incluído no presente estudo, foi observado resultados positivos em relação aos parâmetros avaliados, inclusive redução da resistência à insulina (HOMA-IR; Avaliação do Modelo Homeostático de Resistência à Insulina) após o treinamento.

Todos os artigos analisados na atual revisão demonstraram uma correlação significativa entre a prática de exercícios físicos e a melhoria de alguns marcadores da SM e da obesidade, sugerindo, assim, um efeito positivo considerável associado ao treinamento.

Nessa perspectiva, Mora-Rodriguez e colaboradores (2014) verificaram aumento significativo dos níveis de HDL-c ( $\text{mmol/L}$ ) ao final de 4 meses de intervenção por meio de treinamento aeróbio intervalado e reavaliaram novamente os participantes um mês após encerrar o protocolo (destreinamento), constatando que essa melhora do HDL-c não foi perdida completamente nesse período sem se exercitar.

No entanto, esse protocolo de intervenção não foi capaz de reduzir os níveis de glicose e triglicerídeos sanguíneos. Já os outros parâmetros da SM como pressão arterial e perímetro da cintura apresentaram-se reduzidos após a intervenção. Ressalta-se que o protocolo consistia de exercícios aeróbios intervalados, precedido por 10 minutos de aquecimento a 70% da frequência cardíaca máxima (FCmáx), seguido de 4 tiros intervalados de 4 minutos a 90% da FCmáx, intercalados com recuperação ativa de 3 minutos a 70% da FCmáx e um desaquecimento de 5 minutos, três vezes por semana, totalizando dessa forma sessões de 43 minutos de duração ao longo de 16 semanas.

Da mesma forma, Reijic e colaboradores (2021a) não encontraram alterações significativas para os valores metabólicos sanguíneos da glicose, triglicerídeos e HDL-c em nenhum dos protocolos de treinamento prescritos, sugerindo que o baixo volume do treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) e o treinamento

intervalo de intensidade moderada (MIIT) sejam insuficientes para promover alterações positivas nesses indicadores.

O peso corporal reduziu nos grupos treinados (HIIT e MIIT) e inclusive no grupo controle, composto de pessoas que não fizeram exercícios, mas receberam aconselhamento nutricional, enquanto o perímetro da cintura reduziu em ambos os grupos treinados, com redução significativamente maior no grupo HIIT comparado ao grupo CON.

A pressão arterial sistólica (PAS) e pressão arterial diastólica (PAD) diminuíram nos grupos de exercício físico MIIT e HIIT ao final do protocolo, comparado ao grupo CON. Nesse contexto, acredita-se que os resultados obtidos no estudo acima descrito sejam relevantes, pois o risco de mortalidade pode diminuir em até 1,5 vezes através da redução do perímetro da cintura como relatado por Ross e colaboradores (2020), e o risco de doenças crônicas não transmissíveis e acidente vascular cerebral em 22% e 41%, respectivamente, quando a PAS e a PAD apresentam uma redução (10 mmHg para PAS e 5 mmHg para PAD) (Law, Morris, Wald, 2009).

Já o estudo de Reljic e colaboradores (2021b) investigaram três protocolos de TF, sendo o convencional de série única ou múltipla e treinamento de força associado a eletroestimulação de corpo todo sobre os parâmetros de SM.

Esses autores também não encontraram nenhuma diferença sobre a glicose, triglicerídeos e HDL-c sanguíneos nos protocolos investigados.

Reljic e colaboradores (2021b) sugerem que esses achados se deram devido o histórico de saúde dos participantes que tinham condições cardiometabólicas pré-existentes menos favoráveis.

Entretanto, o perímetro da cintura reduziu após os três protocolos de intervenção, assim como o peso corporal diminuiu satisfatoriamente em todos os grupos, inclusive o controle, ao passo que a pressão arterial (PA) só foi reduzida naqueles que realizaram o treinamento de força convencional, independentemente de ser série única ou múltipla (1-RT e 3-RT). Os autores consideram que estes efeitos sobre a PA são compatíveis com aqueles alcançados com tratamentos farmacológicos anti-hipertensivos.

Em contrapartida, Dutheil e colaboradores (2013) incluíram o TF associado ao treino aeróbio (TA) em sua pesquisa e

obteve melhorias significativas em praticamente todos os parâmetros de SM.

Os voluntários foram previamente divididos de forma randomizada em grupos controle (COM), isentos de SM e sem praticar exercícios físico; grupo força-alta/endurance-moderada ( $Re = 70\% \text{ 1RM} / 30\% \text{ VO}_2 \text{ máx}$ ); grupo força-moderada/endurance-alta ( $rE = 30\% \text{ 1RM} / 70\% \text{ VO}_2 \text{ máx}$ ), e grupo força-moderada/endurance-moderada ( $re = 30\% \text{ 1RM} / 30\% \text{ VO}_2 \text{ máx}$ ).

Neste estudo, foi realizado um ensaio clínico constituído por um programa residencial de exercícios, intervenção nutricional e orientações de profissionais aos participantes do estudo.

O programa teve duração de inicial de 3 semanas (21 dias), em que cada grupo (exceto o controle) realizou exercícios diariamente em suas casas, respeitando 3 séries de 10 repetições, com duração total de 90 minutos.

Os exercícios foram exatamente os mesmos para todos os grupos, respeitando a intensidade previamente descrita.

Após essa fase, os voluntários de cada grupo continuaram os protocolos de exercícios ao longo de 12 meses, com reavaliações no terceiro, sexto e décimo segundo mês de intervenção.

Os resultados demonstram que todos os grupos de exercícios ( $Re$ ,  $rE$  e  $re$ ) apresentaram redução significativa na gordura central já no programa residencial. Ao final do protocolo de 12 meses, foi verificado que os resultados foram ainda mais satisfatórios, uma vez que todos os grupos de intervenção com exercícios apresentaram redução do peso corporal e perímetro da cintura, embora acompanhada de queda no conteúdo mineral ósseo ( $-13 \pm 5,6 \text{ g}$ ) e massa magra ( $-1,5 \pm 0,4 \text{ kg}$ ), porém os autores ainda consideram um resultado satisfatório, visto que os valores não excedem a perda proveniente do envelhecimento (Dutheil e colaboradores, 2013).

Importante destacar que todos os protocolos foram eficazes na redução dos níveis de glicose e triglicerídeos, além de aumento no HDL-c. A pressão arterial também foi reduzida nos grupos  $Re$  e  $re$ , mas teve um aumento de forma surpreendente no grupo  $rE$ .

Adicionalmente, os autores verificaram que 25% dos participantes haviam parado de tomar medicamentos para controle da PA.

Com relação a pressão arterial, pode-se observar uma lacuna no estudo de Atigan e colaboradores (2021), pois os autores mencionam os valores aferidos no momento que antecede o início do programa de exercícios, mas não fizeram uma comparação desses valores ao final da intervenção. Visto que a pressão arterial é um dos parâmetros para diagnóstico da SM, a comparação desses valores seria de suma importância.

Neste estudo, os participantes foram divididos em grupos HIE (TA de alta intensidade em esteira rolante), MIE (TA de intensidade moderada em esteira), e ECE-PEDO (treinamento ao ar livre com o uso de pedômetro).

Verificou-se que todos os protocolos de treinamento foram capazes de promover redução do peso corporal e perímetro da cintura ao final de 12 semanas. No entanto, a redução da glicemia e aumento do HDL-c só foram observados nos grupos que se exercitaram em esteira rolante em moderada ou alta intensidade (HIE e MIE), enquanto os níveis de triglicerídeos não foram afetados por nenhuma intervenção.

Embora a utilização de pedômetro seja interessante para atividades aeróbias ao ar livre, o dispositivo não fornece dados muito precisos que favoreça o controle da intensidade do esforço.

Sabe-se que o exercício físico associado a uma alimentação adequada é considerado um meio de tratamento destas comorbidades (Negrão e colaboradores, 2005).

É evidente que a mudança no estilo de vida, ingestão calórica e prática de exercícios, são determinantes para uma boa manutenção de um peso saudável (ABESO, 2016).

Apesar da relevância da combinação da intervenção nutricional e prática de exercício no tratamento da obesidade, na presente revisão sistemática constatou-se dois estudos Mora-Rodriguez e colaboradores, (2014); Atigan e colaboradores, (2021) que não incluíram a educação nutricional e, mesmo assim, obtiveram melhoria na composição corporal e alguns parâmetros da SM.

Acredita-se que se esses autores tivessem adotado a referida intervenção paralelo ao treinamento físico os resultados poderiam ter sido ainda mais promissores.

De forma resumida, os principais achados da presente revisão indicam que, tanto o TA intervalado de moderada a alta intensidade quanto o TF de série única ou

múltiplas se mostraram mais eficientes no controle da pressão arterial.

No entanto, aumentos consideráveis dos níveis séricos de HDL-c puderam ser melhores observados frente ao TA intervalado, TA contínuo e TF combinado com TA.

Com relação a redução dos níveis de glicose sanguínea, foi verificado que o TA contínuo, TA intervalado, TF combinado com TA, além do TF de séries múltiplas se mostraram mais efetivos, ao passo que os níveis de triglicerídeos tiveram reduções mais significativas diante do TF combinado ao TA, TA intervalado e TF treino de séries múltiplas.

Destaca-se, portanto, que o treinamento combinado (TF de séries múltiplas com TA de intensidade moderada) apresentaram melhorias em todos os parâmetros da SM.

## CONCLUSÃO

O conjunto de resultados apresentados na presente revisão sugere que a prática regular de exercício físico pode ser uma ótima estratégia de tratamento e prevenção da SM em pessoas obesas, uma vez que promoveu melhora em pelo menos um dos parâmetros de SM, independentemente do tipo de treinamento físico empregado.

Esta observação foi evidenciada principalmente pela redução do perímetro da cintura pós-intervenção em todos os protocolos de treinamento utilizados.

No entanto, esses efeitos positivos parecem ser mais pronunciados quando o protocolo de treinamento envolve exercícios de força combinado a treinamento aeróbio de moderada intensidade por promover melhora em todos os parâmetros da SM.

Contudo, vale destacar que a prescrição do treinamento deve ser segura e de acordo com o histórico particular de cada indivíduo, sempre respeitando o princípio da individualidade biológica.

## REFERÊNCIAS

1-Alberti, K.G.M.M.; Zimmet, P.; Shaw, J. The metabolic syndrome - a new worldwide definition. *The Lancet*. Vol. 366. Num. 9491. 2005. p. 1059-62.

2-Alberti, K.G.M.M.; Eckel, R.H.; Grundy, S.M.; Zimmet, P.Z.; Cleeman, J.L.; Donato, K.A.; Fruchart, J.C.; James, W.P.; Loria, C.M. Smith,

S.C Jr. Harmonizing the Metabolic Syndrome: A Joint Interim Statement of the International Diabetes Federation Task Force on Epidemiology and Prevention; National Heart, Lung, and Blood Institute; American Heart Association; World Heart Federation; International Atherosclerosis Society; and International Association for the study of obesity. *Circulation*. Vol. 120. Num. 16. 2009. p. 1640-45.

3-ABESO. Associação brasileira para o estudo da obesidade e da síndrome metabólica. Diretrizes Brasileiras de Obesidade 2016. 4. ed. São Paulo. Abeso. 2016.

4-Atigan, A.; Ardic, F.; Findikoglu, G.; Aybek, H.; Yaylali, G.F. Similar effects of three endurance exercise protocols in women with metabolic syndrome: Interest of moderate-intensity aerobic exercise training with a pedometer. *Science & Sports*. Vol. 36. 2021. p. 68.e1-68.e10.

5-Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção Primária à Saúde. Departamento de Promoção da Saúde. Guia de Atividade Física para a População Brasileira. Brasília: Ministério da Saúde. 2021.

6-Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Análise em Saúde e Vigilância de Doenças Não Transmissíveis. Vigitel Brasil 2006-2021: vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico. Estimativas sobre frequência e distribuição sociodemográfica do estado nutricional e consumo alimentar nas capitais dos 26 estados brasileiros e no Distrito Federal entre 2006 e 2021. Estado nutricional e consumo alimentar. Brasília: Ministério da Saúde. 2022.

7-Brasil. Associação Brasileira para o Estudo da Obesidade e Síndrome Metabólica. Posicionamento sobre o tratamento nutricional do sobrepeso e da obesidade: departamento de nutrição da Associação Brasileira para o estudo da obesidade e da síndrome metabólica. São Paulo. ABESO. 2022.

8-Chooi, Y.C.; Ding, C.; Magkos, F. The epidemiology of obesity. *Metabolism*. Vol. 92. 2019. p. 6-10.

9-Christinelli, H.C.B.; Souza, J.M.S.; Costa, M.A.R.; Teston, E.F.; Borim, M.L.C.; Fernandes, C.A.M. Eficácia de um programa de reeducação alimentar e prática de exercício físico na obesidade. *Revista Gaúcha de Enfermagem*. Vol. 41. 2020. p. e20. 190213.

10-Dutheil, F.; Lac, G.; Lesourd, B.; Chapier, R.; Walther, G.; Vinet, A.; Sapin, V.; Verney, J.; Ouchchane, L.; Duclos, M.; Obert, P.; Courteix, D. Different modalities of exercise to reduce visceral fat mass and cardiovascular risk in metabolic syndrome: the Resolve randomized trial. *International Journal of Cardiology*. Vol. 168. Num. 4. 2013. p. 3634-3642.

11-Ellulu, M.S.; Patimah, I.; Khaza'ai, H.; Rahmat, A.; Abed, Y. Obesity and inflammation: the linking mechanism and the complications. *Archives of Medical Science*. Vol. 13. Num. 4. 2017. p. 851-863.

12-Grundy, S.M.; Cleeman, J.L.; Denials, S.R.; Donato, K.A.; Eckel, R.H.; Franklin, B.A.; Gordon, D.J.; Krauss, R.M.; Savage, P.J.; Smith, S.C.; Spertus, J.A.; Costa, F. Diagnosis and Management of the Metabolic Syndrome: An American Heart Association/National Heart, Lung, and Blood Institute Scientific Statement. *Circulation*. Vol. 112. 17. 2005. p. 2735-2752.

13-Grundy, S.M. Metabolic syndrome update. *Trends in Cardiovascular Medicine*. Vol. 26. Num. 4. 2016. p. 364-373.

14-Law, M.R.; Morris, J.K.; Wald, N.J. Use of blood pressure lowering drugs in the prevention of cardiovascular disease: meta-analysis of 147 randomised trials in the context of expectations from prospective epidemiological studies. *BMJ*. Vol. 338. 2009. p. 1665.

15-Mora-Rodriguez, R.; Ortega, J.F.; Hamouti, N.; Fernandez-Elias, V.E.; Cañete Garcia-Prieto, J.; Guadalupe-Grau, A.; Saborido, A.; Martin-Garcia, M.; Guió de Prada, V.; Ara, I.; Martinez-Vizcaino, V. Time-course effects of aerobic interval training and detraining in patients with metabolic syndrome. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*. Vol. 24. Num. 7. 2014. p. 792-798.

16-NCEP. National Cholesterol Education Program. Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel

III). Third Report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III) final report. *Circulation*. Vol. 106. Num. 25. 2002. p. 3143-3421.

17-Negrão, C.E.; Matos, L.D.N.J.; Costa, A.R.; Ramalho, A.C.; Pierin, A.M.G.; Salles, G.F.; Guimarães, J.I.; Monteiro, J.B. I Diretriz Brasileira de Diagnóstico e Tratamento da Síndrome Metabólica. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*. Vol. 84. Suplemento I. 2005. p. 3-28.

18-Oliveira, L.V.A.; Santos, B.N.S.; Machado, I.E.; Malta, D.C.; Velasquez-Melendez, G.; Felisbino-Mendes, M.S. Prevalência da Síndrome Metabólica e seus componentes na população adulta brasileira. *Ciência & Saúde Coletiva*. Vol. 25. Num. 11. 2020. p. 4269-4280.

19-Reljic, D.; Frenk, F.; Herrmann, H.J.; Neurath, M.F.; Zopf, Y. Effects of very low volume high intensity versus moderate intensity interval training in obese metabolic syndrome patients: a randomized controlled study. *Scientific Reports*. Vol. 11. Num. 1. 2021a. p. 2836.

20-Reljic, D.; Herrmann, H.J.; Neurath, M. F.; Zopf, Y. Iron Beats Electricity: Resistance Training but Not Whole-Body Electromyostimulation Improves Cardiometabolic Health in Obese Metabolic Syndrome Patients during Caloric Restriction - A Randomized-Controlled Study. *Nutrients*. Vol. 13. Num. 5. 2021b. p. 1640.

21-Reljic, D.; Dieterich, W.; Herrmann, H.J.; Neurath, M. F.; Zopf, Y. "HIIT the Inflammation": Comparative Effects of Low-Volume Interval Training and Resistance Exercises on Inflammatory Indices in Obese Metabolic Syndrome Patients Undergoing Caloric Restriction. *Nutrients*. Vol. 14. Num. 10. 2022. p. 1996.

22-Ross, R.; Neeland, I.J.; Yamashita, S.; Shai, I.; Seidell, J.; Magni, P.; Santos, R. D.; Arsenault, B.; Cuevas, A.; Hu, F.B.; Griffin, B.A.; Zambon, A.; Barter, P.; Fruchart, J.C.; Eckel, R.H.; Matsuzawa, Y.; Després, J.P. Waist circumference as a vital sign in clinical practice: a Consensus Statement from the IAS and ICCR Working Group on Visceral Obesity. *Nature*

Reviews Endocrinology. Vol. 16. Num. 3. 2020. p. 177-189.

23-Son, W.M.; Park, J.J. Resistance Band Exercise Training Prevents the Progression of Metabolic Syndrome in Obese Postmenopausal Women. *J Sports Sci Med*. Vol. 20,2. 2021. p. 291-299.

24-Tune, J.D.; Goodwill, A.G.; Sasson, D.J.; Mather, K.J. Cardiovascular consequences of metabolic syndrome. *Translational Research*. Vol. 183. 2017. p. 57-70.

25-World health organization (WHO). Global Action Plan on Physical Activity 2018-2030. Disponível em: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/272722/9789241514187-eng.pdf>. Acesso em: 28/10/2023.

26-World health organization (WHO). Obesity and Overweight. 2020. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>. Acesso em: 30/10/2023.

E-mail dos autores:  
juliene\_afonso@hotmail.com  
thaispereiraa.10@gmail.com  
sabrinagraziani@eefd.ufrj.br  
paulacocate@gmail.com

Autor correspondente:  
Paula Guedes Cocate  
paulacocate@gmail.com

Recebido para publicação em 02/09/2024  
Aceito em 21/02/2025