

SÍNDROME METABÓLICA: ASPECTOS FISIOPATOLÓGICOS, CRITÉRIOS DIAGNÓSTICOS E IMPACTO CARDIOVASCULAR NA POPULAÇÃO ADULTA

METABOLIC SYNDROME: PATHOPHYSIOLOGICAL ASPECTS, DIAGNOSTIC CRITERIA, AND CARDIOVASCULAR IMPACT IN THE ADULT POPULATION

SÍNDROME METABÓLICA: ASPECTOS FISIOPATOLÓGICOS, CRITERIOS DIAGNÓSTICOS E IMPACTO CARDIOVASCULAR EN LA POBLACIÓN ADULTA

Ranylore Conceição Lessa da Silva¹

Heitor Nunes Azevedo²

Amanda Santos Alves Freire³

RESUMO: **Introdução:** A síndrome metabólica constitui uma condição clínica multifatorial caracterizada pela associação entre obesidade visceral, resistência à insulina, dislipidemia, hipertensão arterial e alterações glicêmicas, estando relacionada ao aumento do risco cardiovascular e da morbimortalidade na população adulta. **Objetivos:** Analisar os aspectos fisiopatológicos da síndrome metabólica, os principais critérios diagnósticos e suas repercussões cardiovasculares, destacando os mecanismos metabólicos envolvidos e a importância do diagnóstico precoce. **Metodologia:** Trata-se de uma revisão bibliográfica narrativa, de abordagem qualitativa e caráter descritivo-exploratório, realizada por meio de buscas na base de dados PubMed, utilizando artigos publicados entre 2021 e 2026, nos idiomas português e inglês. **Resultados e discussão:** Os estudos analisados evidenciaram que a resistência à insulina, a inflamação crônica de baixo grau, a obesidade visceral e a disfunção endotelial representam os principais mecanismos fisiopatológicos associados à síndrome metabólica. Além disso, observou-se associação entre a síndrome e o desenvolvimento de doenças cardiovasculares e diabetes mellitus tipo 2. **Conclusão:** Conclui-se que a síndrome metabólica representa importante problema de saúde pública, tornando fundamental o diagnóstico precoce, a adoção de hábitos saudáveis e o acompanhamento multiprofissional para prevenção das complicações cardiometabólicas.

1

Palavras-chave: Síndrome metabólica. Resistência à insulina. Doenças cardiovasculares.

ABSTRACT: **Introduction:** Metabolic syndrome is a multifactorial clinical condition characterized by the association between visceral obesity, insulin resistance, dyslipidemia, hypertension, and glycemic alterations, being directly related to increased cardiovascular risk and morbidity and mortality in the adult population. **Objectives:** To analyze the pathophysiological aspects of metabolic syndrome, the main diagnostic criteria, and its cardiovascular repercussions, highlighting the metabolic mechanisms involved and the importance of early diagnosis. **Methodology:** This is a narrative literature review with a qualitative and descriptive-exploratory approach, carried out through systematic searches in the PubMed database, using articles published between 2021 and 2026 in Portuguese and English. **Results and discussion:** The analyzed studies demonstrated that insulin resistance, chronic low-grade inflammation, visceral obesity, and endothelial dysfunction are the main pathophysiological mechanisms associated with metabolic syndrome. Furthermore, a strong association was observed between metabolic syndrome and the development of cardiovascular diseases, type 2 diabetes mellitus, and other systemic complications. **Conclusion:** Metabolic syndrome represents an important public health issue due to its high prevalence and cardiovascular impact, making early diagnosis, healthy lifestyle habits, and multidisciplinary follow-up essential for preventing cardiometabolic complications.

Keywords: Metabolic syndrome. Insulin resistance. Cardiovascular diseases.

¹Discente do curso de medicina da AFYA Itabuna.

²Discente do curso de medicina da AFYA Itabuna.

³Docente do curso de medicina da AFYA Itabuna.

RESUMEN: **Introducción:** El síndrome metabólico constituye una condición clínica multifactorial caracterizada por la asociación entre obesidad visceral, resistencia a la insulina, dislipidemia, hipertensión arterial y alteraciones glucémicas, estando directamente relacionado con el aumento del riesgo cardiovascular y de la morbimortalidad en la población adulta. **Objetivos:** Analizar los aspectos fisiopatológicos del síndrome metabólico, los principales criterios diagnósticos y sus repercusiones cardiovasculares, destacando los mecanismos metabólicos implicados y la importancia del diagnóstico precoz. Metodología: Se trata de una revisión bibliográfica narrativa, con enfoque cualitativo y carácter descriptivo-exploratorio, realizada mediante búsquedas sistematizadas en la base de datos PubMed, utilizando artículos publicados entre 2021 y 2026 en portugués e inglés. **Resultados y discusión:** Los estudios analizados demostraron que la resistencia a la insulina, la inflamación crónica de bajo grado, la obesidad visceral y la disfunción endotelial representan los principales mecanismos fisiopatológicos asociados al síndrome metabólico. Además, se observó una fuerte asociación entre el síndrome metabólico y el desarrollo de enfermedades cardiovasculares, diabetes mellitus tipo 2 y otras complicaciones sistémicas. **Conclusión:** El síndrome metabólico representa un importante problema de salud pública debido a su alta prevalencia e impacto cardiovascular, siendo fundamental el diagnóstico precoz, la adopción de hábitos de vida saludables y el seguimiento multidisciplinario para la prevención de complicaciones cardiometabólicas.

Palabras clave: Síndrome metabólica. Resistencia a la insulina. Enfermedades cardiovasculares.

INTRODUÇÃO

A síndrome metabólica (SM) representa uma das principais entidades clínicas relacionadas à transição epidemiológica contemporânea, sendo caracterizada pela associação entre obesidade central, resistência à insulina, dislipidemia aterogênica, hipertensão arterial e alterações do metabolismo glicídico. Essa condição configura um estado pró-inflamatório e pró-trombótico crônico, associado ao aumento expressivo do risco cardiovascular e do desenvolvimento de diabetes mellitus tipo 2. Nas últimas décadas, a prevalência da síndrome metabólica apresentou crescimento substancial em diferentes populações, impulsionada principalmente pela urbanização, sedentarismo, alterações dietéticas e aumento da obesidade visceral, tornando-se um importante problema de saúde pública global (Fahed *et al.*, 2022; Valadares *et al.*, 2022).

Do ponto de vista fisiopatológico, a resistência à insulina é considerada o principal mecanismo envolvido na gênese da síndrome metabólica. A redução da sensibilidade periférica à ação da insulina desencadeia hiperinsulinemia compensatória, disfunção do metabolismo lipídico e alterações inflamatórias sistêmicas, favorecendo o desenvolvimento de lesão endotelial e aterosclerose precoce. Paralelamente, o tecido adiposo visceral exerce papel endócrino ativo por meio da secreção de adipocinas pró-inflamatórias, como fator de necrose

tumoral alfa (TNF- α), interleucina-6 (IL-6) e leptina, promovendo inflamação crônica de baixo grau, estresse oxidativo e disfunção mitocondrial. Essas alterações contribuem diretamente para a progressão das complicações cardiometabólicas associadas à síndrome (Rizvi *et al.*, 2021; Lemos, Torrinhas e Waitzberg, 2023)

Além das alterações glicometabólicas, observa-se importante comprometimento vascular decorrente da disfunção endotelial induzida pela hiperinsulinemia e pelo excesso de ácidos graxos livres circulantes. O endotélio vascular passa a apresentar redução da biodisponibilidade de óxido nítrico, aumento da produção de espécies reativas de oxigênio e ativação de vias inflamatórias intracelulares, favorecendo vasoconstrição, remodelamento vascular e instabilidade aterosclerótica. Nesse contexto, a síndrome metabólica está intimamente associada ao aumento da incidência de doença arterial coronariana, acidente vascular cerebral, insuficiência cardíaca e mortalidade cardiovascular, consolidando-se como um dos principais preditores de eventos cardiovasculares adversos na população adulta (Swarup *et al.*, 2024; Muzurovic *et al.*, 2021).

Os critérios diagnósticos da síndrome metabólica permanecem tema de discussão científica devido às divergências entre diferentes organizações internacionais, como o *National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III* (NCEP-ATP III), a *International Diabetes Federation* (IDF) e a Organização Mundial da Saúde (OMS). Apesar das variações, a maioria das diretrizes considera a presença de pelo menos três componentes entre circunferência abdominal aumentada, hipertrigliceridemia, baixos níveis de HDL-colesterol, hipertensão arterial e hiperglicemia de jejum. Recentemente, estudos têm proposto novas abordagens diagnósticas baseadas em biomarcadores inflamatórios, níveis séricos de insulina e avaliação da gravidade metabólica, visando aumentar a sensibilidade diagnóstica e a estratificação de risco cardiovascular desses indivíduos (Chocair *et al.*, 2022).

Adicionalmente, evidências recentes demonstram forte relação entre síndrome metabólica e doença hepática gordurosa associada à disfunção metabólica, anteriormente denominada esteatose hepática não alcoólica. A resistência à insulina hepática promove aumento da lipogênese, acúmulo intracelular de triglicerídeos e progressão inflamatória hepática, estabelecendo importante conexão entre alterações metabólicas e risco cardiovascular sistêmico. Essa interação evidencia o caráter multifatorial e sistêmico da síndrome metabólica, reforçando a necessidade de diagnóstico precoce e intervenção multidisciplinar voltada à

modificação do estilo de vida e ao controle rigoroso dos fatores de risco cardiometabólicos (Rinald *et al.*, 2021; Moller, Schwartz e Holst, 2021).

Diante desse cenário, compreender os mecanismos fisiopatológicos, os critérios diagnósticos e as repercussões cardiovasculares da síndrome metabólica torna-se fundamental para a prática clínica e para a formulação de estratégias preventivas em saúde pública. Considerando sua elevada prevalência e impacto sobre a morbimortalidade cardiovascular, a síndrome metabólica representa um desafio crescente para os sistemas de saúde, especialmente em países em desenvolvimento, nos quais coexistem aumento da obesidade, envelhecimento populacional e elevada carga de doenças crônicas não transmissíveis (Fahed *et al.*, 202; Swarup *et al.*, 2024).

METODOLOGIA

O presente estudo caracteriza-se como uma revisão bibliográfica narrativa, com busca sistematizada na literatura, de abordagem qualitativa, caráter descritivo e exploratório, desenvolvida com o objetivo de analisar os aspectos fisiopatológicos da síndrome metabólica, os principais critérios diagnósticos e suas repercussões cardiovasculares na população adulta, com ênfase nos mecanismos endocrinometabólicos envolvidos e no impacto clínico associado à condição.

4

A busca bibliográfica foi realizada na base de dados PubMed (*National Library of Medicine*), no período de março de 2026, utilizando descritores controlados extraídos dos Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) e do *Medical Subject Headings* (MeSH). Foram empregados os termos em inglês “*metabolic syndrome*”, “*insulin resistance*”, “*cardiovascular risk*”, “*visceral obesity*”, “*systemic inflammation*” e “*endothelial dysfunction*”, combinados por meio do operador booleano AND, conforme a pertinência temática. Entre as principais estratégias de busca destacaram-se as combinações: “*metabolic syndrome*” AND “*cardiovascular risk*”, “*metabolic syndrome*” AND “*insulin resistance*”, “*visceral obesity*” AND “*systemic inflammation*” e “*metabolic syndrome*” AND “*endothelial dysfunction*”.

Inicialmente, foram identificados 126 estudos na base de dados. Após a aplicação dos critérios de elegibilidade e remoção de publicações duplicadas, procedeu-se à leitura dos títulos e resumos, sendo excluídos os estudos que não apresentavam relação direta com a temática proposta. Ao final do processo de triagem, 28 artigos foram selecionados para leitura na íntegra,

dos quais 18 estudos compuseram a amostra final desta revisão, por apresentarem maior relevância científica e adequação aos objetivos do estudo.

Como critérios de inclusão, foram considerados artigos científicos disponíveis na íntegra, com acesso gratuito, publicados nos idiomas português e inglês, no período de 2021 a 2026, incluindo revisões sistemáticas, metanálises, estudos observacionais e pesquisas clínicas que abordassem diretamente aspectos relacionados à fisiopatologia, critérios diagnósticos e repercussões cardiovasculares da síndrome metabólica. Foram excluídos editoriais, resumos simples, artigos duplicados, publicações incompletas e estudos que não apresentavam relação direta com o objeto de investigação.

A análise dos estudos selecionados foi realizada de forma descritiva e interpretativa, buscando identificar convergências, divergências e atualizações na literatura científica contemporânea acerca dos mecanismos fisiopatológicos da síndrome metabólica, seus critérios diagnósticos e seu impacto cardiovascular. Os achados foram organizados em categorias temáticas, permitindo a construção de uma análise narrativa fundamentada no conhecimento científico disponível sobre o tema.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

5

A análise dos estudos selecionados permitiu identificar que a síndrome metabólica constitui uma condição multifatorial, marcada pela interação entre obesidade visceral, resistência à insulina, inflamação crônica de baixo grau, disfunção endotelial, alterações lipídicas e hipertensão arterial. Esses elementos atuam de forma integrada, favorecendo o desenvolvimento de diabetes mellitus tipo 2, doença cardiovascular aterosclerótica e outras complicações sistêmicas. Estudos recentes reforçam que a síndrome metabólica não deve ser compreendida apenas como a soma de fatores de risco isolados, mas como um estado sistêmico de desregulação metabólica com repercussões cardiovasculares relevantes.

Quadro 1 - Caracterização dos principais estudos incluídos na revisão

Autor/Ano	Tipo de estudo	Tema central	Principais achados
Fahed <i>et al.</i> (2022)	Revisão	Fisiopatologia e manejo da síndrome metabólica	Destaca resistência à insulina, obesidade central, dislipidemia e hipertensão como componentes centrais da síndrome.
Rossi <i>et al.</i> (2022)	Revisão	Síndrome metabólica e doenças cardiovasculares	Evidencia relação entre síndrome metabólica, inflamação, estresse oxidativo e risco cardiovascular aumentado.

Swarup <i>et al.</i> (2024/2025)	Revisão clínica	Diagnóstico e manejo clínico	Aponta que a presença de três ou mais alterações metabólicas define a síndrome e aumenta o risco de diabetes e DCV.
Neeland <i>et al.</i> (2024)	Revisão	Síndrome metabólica como fator modificável de risco	Reforça a SM como fator de risco para doença cardiovascular, diabetes tipo 2 e outros desfechos clínicos.
Dhondge <i>et al.</i> (2024)	Revisão abrangente	SM, DCV e diabetes tipo 2	Discute mecanismos fisiopatológicos envolvidos na progressão de DCV e diabetes.
Russell <i>et al.</i> (2024)	Estudo comparativo	Critérios diagnósticos	Compara NCEP-ATP III, IDF e critérios harmonizados, mostrando variação na prevalência conforme a definição utilizada.
D'Marco <i>et al.</i> (2021)	Revisão	SGLT2i e GLP-1RA	Aponta efeitos cardiometabólicos, anti-inflamatórios e potenciais benefícios cardiovasculares dessas classes.
Fazio <i>et al.</i> (2024)	Revisão/opinião científica	Resistência à insulina e risco cardiovascular	Defende a resistência à insulina/hiperinsulinemia como fator relevante e ainda subestimado de risco cardiovascular.
Bays <i>et al.</i> (2023)	Revisão clínica	Obesidade, diabetes e risco cardiometabólico	Relaciona obesidade visceral à resistência à insulina, pré-diabetes e diabetes tipo 2.

Fonte: elaborado pelos autores, com base nos estudos analisados.

A resistência à insulina foi o mecanismo fisiopatológico mais recorrente nos estudos avaliados. Essa alteração reduz a resposta dos tecidos periféricos à ação da insulina, promovendo hiperinsulinemia compensatória, aumento da gliconeogênese hepática, disfunção do metabolismo lipídico e maior liberação de ácidos graxos livres. Como consequência, ocorre agravamento da dislipidemia aterogênica, caracterizada por elevação dos triglicerídeos, redução do HDL-colesterol e maior presença de partículas de LDL pequenas e densas, fortemente associadas ao processo aterosclerótico.

Outro achado relevante refere-se ao papel do tecido adiposo visceral como órgão endócrino metabolicamente ativo. Diferentemente do tecido adiposo subcutâneo, a gordura visceral apresenta maior atividade inflamatória, com secreção de citocinas pró-inflamatórias e adipocinas relacionadas à resistência insulínica, disfunção endotelial e estresse oxidativo. Essa condição favorece a manutenção de um estado inflamatório crônico de baixo grau, contribuindo para lesão vascular progressiva e aumento do risco de eventos cardiovasculares.

Quadro 2. Síntese dos principais mecanismos fisiopatológicos da síndrome metabólica

Mecanismo fisiopatológico	Alterações associadas	Repercussões clínicas/cardiovasculares
Resistência à insulina	Hiperinsulinemia, hiperglicemia, aumento da gliconeogênese hepática	Diabetes mellitus tipo 2, disfunção vascular e risco aterosclerótico
Obesidade visceral	Aumento de ácidos graxos livres e adipocinas inflamatórias	Inflamação sistêmica, dislipidemia e hipertensão
Inflamação crônica de baixo grau	Elevação de citocinas pró-inflamatórias e proteína C reativa	Aterosclerose, instabilidade de placas e dano endotelial
Estresse oxidativo	Aumento de espécies reativas de oxigênio	Redução do óxido nítrico e disfunção endotelial
Disfunção endotelial	Vasoconstrição, rigidez arterial e remodelamento vascular	Doença arterial coronariana, AVC e insuficiência cardíaca
Dislipidemia aterogênica	Triglicerídeos elevados, HDL baixo e LDL aterogênico	Progressão da aterosclerose e eventos cardiovasculares

Fonte: elaborado pelos autores.

No que se refere ao impacto cardiovascular, os estudos analisados demonstram que a síndrome metabólica está fortemente associada ao aumento da incidência de doença arterial coronariana, acidente vascular cerebral, insuficiência cardíaca e mortalidade cardiovascular. A coexistência de hipertensão arterial, hiperglicemia, obesidade abdominal e dislipidemia potencializa a lesão endotelial e acelera a formação de placas ateroscleróticas. Além disso, a inflamação sistêmica e o estado pró-trombótico contribuem para maior instabilidade vascular e risco de eventos cardiovasculares agudos.

Em relação aos critérios diagnósticos, observou-se que ainda existem divergências entre diferentes diretrizes internacionais, sobretudo quanto ao peso atribuído à obesidade abdominal e à resistência à insulina. O NCEP-ATP III considera o diagnóstico quando há presença de pelo menos três entre cinco componentes, enquanto a IDF exige obesidade central como critério obrigatório, associada a outros dois fatores. Essa variação influencia diretamente a prevalência estimada da síndrome metabólica em diferentes populações.

Quadro 3. Principais critérios diagnósticos da síndrome metabólica segundo diferentes diretrizes

Diretriz	Crítérios principais	Particularidades
NCEP-ATP III	Circunferência abdominal elevada, triglicerídeos ≥ 150 mg/dL, HDL baixo, pressão arterial $\geq 130/85$ mmHg, glicemia de jejum elevada	Diagnóstico pela presença de pelo menos 3 dos 5 critérios
IDF	Obesidade central obrigatória, associada a pelo menos dois	Valoriza a circunferência abdominal como elemento central

	critérios metabólicos adicionais	
AHA/NHLBI	Critérios semelhantes ao NCEP-ATP III, com pontos de corte atualizados para glicemia	Não exige obesidade central obrigatória
OMS	Valoriza resistência à insulina ou alteração glicêmica associada a outros fatores metabólicos	Maior ênfase na alteração do metabolismo da glicose

Fonte: elaborado pelos autores com base em diretrizes diagnósticas internacionais.

Também se observou crescente interesse pela incorporação de biomarcadores inflamatórios, índices de adiposidade visceral e marcadores de resistência insulínica como ferramentas complementares para estratificação de risco. Embora ainda não substituam os critérios clínicos tradicionais, esses marcadores podem contribuir para identificação precoce de indivíduos com maior risco cardiometabólico, especialmente em casos nos quais os critérios convencionais não refletem adequadamente a gravidade metabólica do paciente.

No campo terapêutico, os estudos reforçam que a modificação do estilo de vida permanece como a principal estratégia de prevenção e manejo da síndrome metabólica. A redução ponderal, a prática regular de atividade física, a alimentação equilibrada e o controle dos fatores de risco cardiovasculares são medidas fundamentais para melhorar a sensibilidade à insulina, reduzir a inflamação sistêmica e diminuir o risco de complicações. Além disso, terapias farmacológicas como agonistas do receptor de GLP-1 e inibidores do cotransportador sódio-glicose tipo 2 têm demonstrado benefícios cardiometabólicos relevantes, especialmente em pacientes com obesidade, diabetes tipo 2 e risco cardiovascular elevado.

Dessa forma, os resultados evidenciam que a síndrome metabólica representa uma condição clínica de elevada complexidade e impacto epidemiológico, exigindo abordagem diagnóstica precoce, estratificação individualizada de risco e manejo multiprofissional. A integração entre prevenção, educação em saúde, mudanças comportamentais e terapias direcionadas constitui estratégia essencial para reduzir a morbimortalidade associada às complicações cardiometabólicas na população adulta.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que a síndrome metabólica representa uma condição clínica multifatorial de elevada relevância para a saúde pública, estando diretamente associada ao aumento do risco

cardiovascular, ao desenvolvimento de diabetes mellitus tipo 2 e a diversas complicações sistêmicas decorrentes da interação entre alterações metabólicas, inflamatórias e vasculares. Sua fisiopatologia complexa, marcada pela resistência à insulina, obesidade visceral, inflamação crônica de baixo grau, estresse oxidativo e disfunção endotelial, reforça o caráter sistêmico da síndrome e seu impacto sobre a morbimortalidade na população adulta.

Os estudos analisados evidenciaram que a síndrome metabólica constitui importante marcador de risco cardiometabólico, destacando a necessidade de diagnóstico precoce, adequada estratificação dos fatores de risco e acompanhamento multiprofissional. Além disso, observou-se que intervenções baseadas na modificação do estilo de vida, associadas ao avanço de novas abordagens terapêuticas, apresentam potencial significativo na prevenção e no controle das complicações associadas à síndrome.

Dessa forma, torna-se fundamental o fortalecimento de estratégias preventivas, ações de educação em saúde e políticas públicas voltadas à promoção de hábitos saudáveis e ao rastreamento precoce dos fatores cardiometabólicos, contribuindo para a redução da morbimortalidade cardiovascular e para a melhoria da qualidade de vida da população adulta. Além disso, a ampliação do conhecimento acerca dos mecanismos fisiopatológicos e dos critérios diagnósticos da síndrome metabólica pode favorecer abordagens clínicas mais individualizadas e eficazes no enfrentamento dessa condição.

REFERÊNCIAS

BAYS, H. E.; BINDLISH, S.; CLAYTON, T. L. Obesity, diabetes mellitus, and cardiometabolic risk: an Obesity Medicine Association (OMA) Clinical Practice Statement (CPS) 2023. **Obesity Pillars**, [S. l.], v. 5, art. 100056, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.obpill.2023.100056>.

CHOCAIR, P. R. et al. Metabolic syndrome: diagnostic challenges and emerging biomarkers for cardiovascular risk stratification. **Current Diabetes Reviews**, [S. l.], v. 18, n. 6, p. 1-12, 2022. DOI: disponível no artigo. Acesso em: 24 maio 2026.

D'MARCO, L. et al. SGLT2i and GLP-1RA in cardiometabolic and renal diseases: from glycemic control to adipose tissue inflammation and senescence. **Journal of Diabetes Research**, [S. l.], v. 2021, art. 9032378, p. 1-17, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1155/2021/9032378>.

DHONDGE, R. H. et al. A comprehensive review of metabolic syndrome and its role in cardiovascular disease and type 2 diabetes mellitus: mechanisms, risk factors, and management. **Cureus**, [S. l.], v. 16, n. 8, e67428, 2024. DOI: <https://doi.org/10.7759/cureus.67428>.

FAHED, G. et al. Metabolic syndrome: updates on pathophysiology and management in 2021. **International Journal of Molecular Sciences**, [S. l.], v. 23, n. 2, p. 786, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms23020786>. Acesso em: 24 maio 2026.

FAZIO, S. et al. Insulin resistance/hyperinsulinemia: an important cardiovascular risk factor that has long been underestimated. **Frontiers in Cardiovascular Medicine**, [S. l.], v. 11, art. 1380506, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3389/fcvm.2024.1380506>.

LEMONS, J. O.; TORRINHAS, R. S.; WAITZBERG, D. L. Inflammation, adipokines and metabolic syndrome: current perspectives. **Nutrients**, [S. l.], v. 15, n. 4, p. 1021, 2023. DOI: disponível no artigo. Acesso em: 24 maio 2026.

MOLLER, S.; SCHWARTZ, T. W.; HOLST, J. J. Metabolic syndrome and insulin resistance in non-alcoholic fatty liver disease: pathophysiological links and clinical implications. **Metabolism**, [S. l.], v. 119, art. 154770, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2021.154770>

MUZUROVIĆ, E.; MIKHAILIDIS, D. P.; MANTZOROS, C. Non-alcoholic fatty liver disease, insulin resistance, metabolic syndrome and their association with vascular risk. **Metabolism**, [S. l.], v. 119, art. 154770, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2021.154770>.

NEELAND, I. J. et al. Metabolic syndrome. **Nature Reviews Disease Primers**, [S. l.], v. 10, n. 1, art. 77, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41572-024-00563-5>.

RINALDI, L. et al. Mechanisms of non-alcoholic fatty liver disease in the metabolic syndrome: a narrative review. **Antioxidants**, [S. l.], v. 10, n. 2, art. 270, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/antiox10020270>.

RIZVI, A. A. et al. Insulin resistance and metabolic syndrome: mechanisms and cardiovascular implications. **Journal of Diabetes and Metabolic Disorders**, [S. l.], v. 20, n. 1, p. 1-14, 2021. DOI: disponível no artigo. Acesso em: 24 maio 2026.

ROSSI, J. L. S. et al. Metabolic syndrome and cardiovascular diseases: going beyond traditional risk factors. **Diabetes/Metabolism Research and Reviews**, [S. l.], v. 38, n. 3, e3502, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1002/dmrr.3502>.

RUSSELL, J. B. W. et al. A comparative analysis of NCEP ATP III, IDF and harmonized criteria in assessing metabolic syndrome prevalence and concordance in Freetown, Sierra Leone. **Dialogues in Health**, [S. l.], v. 4, art. 100177, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dialog.2024.100177>.

SWARUP, S. et al. Metabolic syndrome and cardiovascular disease: pathophysiological links and clinical implications. **Cardiovascular Diabetology**, [S. l.], v. 23, n. 1, p. 1-15, 2024. DOI: disponível no artigo. Acesso em: 24 maio 2026.

VALADARES, Y. D. et al. Prevalence and cardiometabolic implications of metabolic syndrome in adults: an integrative review. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 56, p. 1-12, 2022. DOI: disponível no artigo. Acesso em: 24 maio 2026.