

FACULDADE SANTA LUZIA
CURSO DE FARMÁCIA

LARA REBECA COSTA DE SOUSA

**MARCADORES BIOQUÍMICOS COMO FERRAMENTAS PARA O DIAGNÓSTICO
PRECOCE DA SÍNDROME METABÓLICA**

SANTA INÊS – MA

2026

LARA REBECA COSTA DE SOUSA

**MARCADORES BIOQUÍMICOS COMO FERRAMENTAS PARA O DIAGNÓSTICO
PRECOCE DA SÍNDROME METABÓLICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade Santa Luzia, como parte dos
requisitos para a obtenção do título de graduado
em Farmácia.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Mariana Barreto Serra

SANTA INÊS – MA

2026

LARA REBECA COSTA DE SOUSA

**MARCADORES BIOQUÍMICOS COMO FERRAMENTAS PARA O DIAGNÓSTICO
PRECOCE DA SÍNDROME METABÓLICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade Santa Luzia, como parte dos
requisitos para a obtenção do título de graduado
em Farmácia.

BANCA EXAMINADORA

Dr. Mariana B. Serra

Prof.^a Dr.^a Mariana Barreto Serra

Exp. Luanna T. Costa

Prof(a). Titulação Nome do Professor(a)

Exp. Celso G. Silva

Prof(a). Titulação Nome do Professor(a)

Santa Inês – MA, 28 de maio de 2026

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	5
2. MATERIAL E MÉTODOS	7
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	9
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	15
REFERÊNCIAS	17

MARCADORES BIOQUÍMICOS COMO FERRAMENTAS PARA O DIAGNÓSTICO PRECOCE DA SÍNDROME METABÓLICA

Lara Rebeca Costa de Sousa¹

Mariana Barreto Serra²

Resumo

A síndrome metabólica é um conjunto clínico que se distingue pela presença simultânea de vários fatores de risco cardiometabólicos cuja combinação eleva significativamente a probabilidade de diabetes tipo 2 e de ocorrências cardiovasculares. O objetivo geral de pesquisa consistiu em compreender de que forma os biomarcadores bioquímicos podem auxiliar no diagnóstico precoce da síndrome metabólica, favorecendo intervenções adequadas que previnam complicações futuras. Este estudo é uma pesquisa de caráter qualitativo e exploratório, realizada através de uma revisão integrativa de literatura. A pesquisa bibliográfica ocorreu de agosto de 2025 a maio de 2026. A amostra deste estudo foi composta por 13 artigos científicos, encontrados por meio de buscas organizadas no Google Acadêmico e na base SciELO. Os biomarcadores bioquímicos têm um papel relevante no diagnóstico precoce da síndrome metabólica, principalmente porque permitem a detecção de mudanças metabólicas antes da manifestação clínica clara. Conclui-se que os biomarcadores bioquímicos representam instrumentos essenciais para o diagnóstico precoce da síndrome metabólica, contribuindo significativamente para a redução da morbimortalidade associada.

Palavras-chave: Síndrome metabólica. Biomarcadores bioquímicos. Diagnóstico precoce. Inflamação crônica. Fatores de risco.

Abstract

Metabolic syndrome (MS) is a clinical condition characterized by the simultaneous presence of several cardiometabolic risk factors, the combination of which significantly increases the likelihood of type 2 diabetes and cardiovascular events. The overall objective of this research was to understand how biochemical biomarkers can aid in the early diagnosis of metabolic syndrome, favoring appropriate interventions that prevent future complications. This study is a qualitative and exploratory research, conducted through an integrative literature review. The bibliographic research took place from August 2025 to May 2026. The sample for this study consisted of 13 scientific articles, found through searches organized in Google Scholar and the SciELO database. Biochemical biomarkers play a important role in the early diagnosis of metabolic syndrome, mainly because they allow the detection of metabolic changes before clear clinical manifestation. It is concluded that biochemical biomarkers represent essential tools for the early diagnosis of metabolic syndrome, contributing significantly to the reduction of associated morbidity and mortality.

Keywords: Metabolic syndrome. Biochemical biomarkers. Early diagnosis. Chronic inflammation. Risk factors.

¹ Graduanda em Farmácia pela Faculdade Santa Luzia. E-mail: 2023@faculdadesantaluzia.edu.br

² Doutora em Ciências Médicas e docente do curso de Farmácia da Faculdade Santa Luzia. E-mail: mariana@faculdadesantaluzia.edu.br

1. INTRODUÇÃO

A síndrome metabólica (SM) é caracterizada, conforme as orientações do Ministério da Saúde, como um conjunto de fatores de risco metabólicos interconectados, que estão fortemente ligados à resistência à insulina, cuja presença conjunta aumenta consideravelmente o risco de desenvolver diabetes mellitus tipo 2 e doenças cardiovasculares. É caracterizada pela ocorrência de, no mínimo, três modificações clínicas e laboratoriais, incluindo obesidade abdominal, aumento da glicemia em jejum, hipertensão arterial, hipertrigliceridemia e níveis reduzidos de HDL-colesterol (Saliba *et al.*, 2025).

A SM possui alta prevalência e tendência de aumento em diversos cenários ao redor do mundo. No Brasil, pesquisas populacionais mostram prevalências em adultos entre 30% e 38%, com associação relevante a elementos como idade avançada, baixa educação e sedentarismo. Em nível mundial, projeções de instituições internacionais como a Organização Mundial da Saúde apontam que a SM impacta cerca de 25% a 30% da população adulta, podendo chegar a aproximadamente 31% entre mulheres e 25,7% entre homens, com um significativo aumento nas últimas décadas (Santos *et al.*, 2021).

Nos Estados Unidos, evidências epidemiológicas mostram uma prevalência igualmente alta, variando entre 33% e 34% da população adulta, com aumento relacionado a hábitos alimentares inadequados, obesidade e falta de atividade física. Esses resultados destacam o impacto significativo da SM em várias situações e enfatizam a necessidade de execução de políticas públicas focadas na prevenção e controle dos fatores de risco cardiometabólicos (Araújo *et al.*, 2024).

A fisiopatologia da SM é complexa e está centrada na resistência à insulina e na gordura visceral: o tecido adiposo visceral induz inflamação crônica de baixo grau (produção de citocinas pró-inflamatórias, aumento de espécies reativas de oxigênio), disfunção endotelial e alterações no metabolismo lipídico e glicêmico; esses mecanismos se entrelaçam com fatores genéticos, ambientais (dieta processada, sedentarismo), hormonais e até epigenéticos, justificando a manifestação da SM como um conjunto de anomalias metabólicas inter-relacionadas (Costa *et al.*, 2021).

A prevenção da SM foca principalmente em ações relacionadas a estilos de vida: iniciativas que promovem a prática regular de atividade física, intervenções nutricionais (diminuição de calorias quando necessário, aprimoramento qualitativo da

dieta) e estratégias para reduzir o sedentarismo demonstram impacto nos componentes da síndrome e no risco geral; ações escolares e comunitárias com enfoque educativo e familiar têm mostrado vantagens em adolescentes e jovens, embora sejam necessários estudos longitudinais mais longos para analisar os efeitos duradouros (Borges-Neto *et al.*, 2021).

O farmacêutico desempenha uma função importante no tratamento da SM em equipes multidisciplinares: envolve-se no rastreamento (avaliação da circunferência abdominal, pressão arterial, níveis de glicose), na supervisão da terapia (adesão, reações adversas e interações), na educação personalizada sobre medicamentos e hábitos de vida, além de realizar intervenções para melhorar o controle glicêmico, lipídico e pressórico (Da Costa *et al.*, 2021).

Silva *et al.* (2024) indicam que intervenções farmacêuticas planejadas podem diminuir a hemoglobina glicada, aumentar a adesão e identificar problemas relacionados a medicamentos, resultando em menor risco de complicações associadas à SM.

A SM caracteriza-se por alterações metabólicas que, na maioria dos indivíduos, evoluem de forma silenciosa e progressiva, dificultando sua identificação nas fases iniciais. Frequentemente, as manifestações clínicas tornam-se evidentes apenas quando já há comprometimento significativo do metabolismo glicídico, lipídico ou da função cardiovascular. Nesse contexto, a avaliação de marcadores bioquímicos assume papel fundamental, pois permite a detecção precoce de alterações metabólicas subclínicas que antecedem a manifestação completa da síndrome (Araújo *et al.*, 2024).

Diante da crescente incidência da síndrome metabólica em diferentes idades e contextos sociais, torna-se fundamental identificar ferramentas que favoreçam sua detecção precoce e um monitoramento mais eficaz, contribuindo para melhores desfechos clínicos e redução da morbimortalidade. Nesse sentido, este estudo justifica-se pela necessidade de ampliar o conhecimento sobre o papel dos biomarcadores bioquímicos no diagnóstico precoce, possibilitando intervenções mais oportunas e qualificadas tanto na atenção primária quanto especializada.

Espera-se que os achados contribuam para o fortalecimento de estratégias de prevenção em saúde pública, com impacto na redução de doenças crônicas e na melhoria da qualidade de vida da população. No âmbito acadêmico, o estudo pode incentivar novas pesquisas e aprimorar práticas clínicas baseadas em evidências.

Assim, o objetivo geral foi compreender, por meio de revisão de literatura, como os biomarcadores bioquímicos podem auxiliar no diagnóstico precoce da síndrome metabólica e na prevenção de suas complicações.

2. MATERIAL E MÉTODOS

a. Tipo de Estudo

Este estudo é uma pesquisa de caráter qualitativo e exploratório, realizada através de uma revisão integrativa de literatura. A pesquisa fundamenta-se na escolha, análise crítica e resumo de artigos científicos publicados em português e espanhol, visando à identificação, interpretação e debate de evidências associadas ao emprego de biomarcadores bioquímicos no diagnóstico inicial da síndrome metabólica.

b. Período e Local do estudo

A pesquisa bibliográfica ocorreu de agosto de 2025 a maio de 2026, intervalo no qual foram efetuadas a busca, seleção e sistematização das fontes empregadas na análise. Nesse período, foram priorizadas obras dos últimos seis anos, assegurando diversidade e atualização das informações escolhidas para formar a base teórica.

c. Amostragem

A amostra deste estudo foi composta por 13 artigos científicos, escolhidos após uma triagem que considera a relevância do tema, a atualidade e a consistência metodológica. Esses artigos foram encontrados por meio de buscas organizadas no Google Acadêmico e na base *Scientific Electronic Library Online* (SciELO). A escolha seguiu critérios que consideram publicações atuais e em sintonia com os objetivos do estudo, assegurando que o conjunto final de artigos represente de maneira precisa os avanços e debates atuais sobre biomarcadores bioquímicos e síndrome metabólica.

d. Critérios de Seleção

I. Inclusão

Os critérios de inclusão utilizados nesta pesquisa abrangem trabalhos publicados entre 2019 e 2025, escritos em português ou espanhol e acessíveis na

íntegra para leitura. Foram considerados artigos originais, revisões de literatura, dissertações e publicações científicas que tratam especificamente do tema. Além disso, foram priorizados estudos que apresentem metodologia definida, informações atualizadas e relevância validada para os objetivos da pesquisa, assegurando consistência e credibilidade ao conjunto teórico examinado.

II. Não inclusão

Os critérios para não inclusão envolveram a eliminação de estudos duplicados, obras publicadas antes de 2019, textos que não estavam disponíveis na íntegra e documentos em línguas diferentes do português e do espanhol. Artigos que não tinham relação direta com biomarcadores ou síndrome metabólica foram igualmente excluídos, assim como aqueles com falhas metodológicas, falta de informações essenciais ou que eram meramente opinativos sem fundamentação científica sólida.

e. Coleta de dados

A coleta de informações foi efetuada por meio de pesquisas organizadas nas bases de dados pré-estabelecidos, empregando os termos “síndrome metabólica”, “biomarcadores bioquímicos”, “diagnóstico precoce”, “inflamação crônica” e “fatores de risco”, associados a operadores booleanos AND/OR.

e. Análise de dados

As pesquisas foram realizadas nas bases de dados e aprimoradas com a utilização de softwares como Microsoft Word e Microsoft Excel para a organização dos resultados e para a gestão das referências bibliográficas. O procedimento garantiu a rastreabilidade, a uniformização das buscas e o armazenamento organizado dos estudos escolhidos, assegurando a credibilidade da elaboração dos resultados e discussão deste estudo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O **Quadro 1** oferece um resumo dos estudos mais relevantes sobre a utilização de biomarcadores bioquímicos no suporte ao diagnóstico precoce da síndrome metabólica, enfatizando as diversas metodologias utilizadas e os principais achados obtidos. A estruturação dos dados possibilita entender a variedade de marcadores

analisados, além de sua relevância clínica na detecção precoce de mudanças metabólicas e no acompanhamento da evolução da doença em diversas populações.

Quadro 1 - biomarcadores bioquímicos no auxílio do diagnóstico precoce da síndrome metabólica.

ID	Referência	Título	Metodologia	Resultados obtidos
01	Sparrenberger <i>et al.</i> , 2019	Concentrações mais elevadas de adiponectina estão associadas à redução do risco de síndrome metabólica, independentemente do estado ponderal, em adolescentes brasileiros.	Estudo observacional, qualitativo	A adiponectina apresentou associação inversa com a circunferência da cintura e com os triglicerídeos (transformados em logaritmo), e associação positiva com o HDL-c. Também observamos uma associação inversa entre as concentrações de adiponectina e o risco de síndrome metabólica. Após o ajuste para variáveis sociodemográficas, atividade física, omissão do café da manhã e índice de massa corporal (IMC), os quartis mais elevados de adiponectina permaneceram inversamente associados à circunferência da cintura e ao risco de síndrome metabólica. Uma associação direta entre adiponectina e HDL-c também foi observada.
02	Caixeta, 2020	Identificação de biomarcadores salivares e urinários para desenvolvimento de plataformas sustentáveis para diagnóstico e monitoramento do diabetes mellitus.	Meta-análise com investigação comparativa	A plataforma FTIR apresenta grande potencial para diagnóstico e monitoramento de pacientes diabéticos de forma não invasiva, sem utilização de reagente, e altamente sensível utilizando um baixo volume com preparação mínima de amostra (saliva ou urina).
03	Gia; Cruz, 2020	Marcadores bioquímicos renales y su asociación al síndrome metabólico em pacientes adultos del IESS Jipijapa.	Estudo descritivo, explicativo, prospectivo e transversal	Marcadores bioquímicos renales, como ureia, creatinina, ácido úrico, proteína total e microalbuminúria, permitem a avaliação da função renal. O perfil renal está alterado em pacientes com síndrome metabólica. Obesidade, hipertensão e perfil lipídico alterado são indicadores-chave para o diagnóstico da doença.
04	Benhaim <i>et al.</i> , 2021	Biomarcadores em el síndrome metabólico y su correlación con la osteocalcina sérica.	Estudo quantitativo, transversal e analítico	Níveis baixos de osteocalcina foram associados a indicadores elevados de resistência à insulina e controle metabólico deficiente; também mostraram uma associação inversa entre os níveis séricos de osteocalcina e o risco de eventos metabólicos adversos.
05	Rodríguez-Núñez <i>et al.</i> , 2021	Marcadores de estrés oxidativo em pacientes com síndrome metabólico.	Estudo descritivo e transversal	O estresse oxidativo está significativamente presente nesses pacientes com faixas etárias de 60 a 69 anos, sexo feminino, com sobrepeso e hipertensos, e com níveis alterados de circunferência abdominal, glicemia, triglicerídeos e HDL-C. Há um aumento significativo nos metabólitos resultantes da oxidação molecular e uma diminuição nos sistemas antioxidantes em relação aos valores de referência.

06	Khan, 2022	Biomarcadores da saúde humana.	Estudo analítico, descritivo	O uso de biomarcadores no diagnóstico de doenças requer um amplo conhecimento do papel desses componentes na fisiopatologia da doença em questão e das características dos testes utilizados para avaliá-los.
07	Macêdo, 2022	Adiponectina como biomarcador preditivo para síndrome metabólica em adultos: uma revisão da literatura.	Revisão integrativa da literatura	Além dos critérios diagnósticos da SM, outros marcadores podem estar alterados, como a adiponectina, uma adipocina que atua em processos metabólicos relacionados à obesidade e à resistência à insulina.
08	Carneiro <i>et al.</i> , 2023	Estudo de revisão sistematizada sobre biomarcadores bioquímicos de overtraining.	Estudo de revisão sistematizada	Na prática clínica, os biomarcadores são amplamente utilizados em diversas áreas da medicina, incluindo oncologia, cardiologia e neurologia, entre outras.
09	Da Fonseca <i>et al.</i> , 2023	Biomarcadores diagnóstico de doenças.	Estudo qualitativo do tipo revisão da literatura	Proteínas ou seus fragmentos são atualmente os principais biomarcadores de doenças, embora antígenos de superfície celular, enzimas e hormônios também possam ser utilizados. Os biomarcadores tornaram-se ferramentas extremamente importantes para o diagnóstico e prognóstico de doenças agudas e crônicas.
10	Fonseca <i>et al.</i> , 2024	Síndrome metabólica: abordagem multidisciplinar, complicações e perspectivas futuras.	Análise descritiva, qualitativa	Intervenções precoces são mais eficazes na prevenção da progressão dos fatores de risco e na redução das complicações. Adicionalmente, o avanço em terapias personalizadas, que levam em consideração o perfil genético do paciente, tem apresentado resultados promissores.
11	Gama <i>et al.</i> , 2024	Síndrome Metabólica: Evidências atuais, diagnóstico, tratamento e dietoterapia.	Abordagem sindêmica	Torna-se importante investigar os fatores associados ao seu desenvolvimento na população adulta brasileira, uma vez que o reconhecimento da magnitude do problema é imprescindível para o desenvolvimento de ações voltadas para o controle da doença com base nos biomarcadores bioquímicos.
12	Borges; Antônio, 2025	Marcadores Bioquímicos no auxílio do diagnóstico precoce da Obesidade Infantil e o papel do Biomédico no processo.	Pesquisa descritiva de base bibliográfica	O diagnóstico precoce por meio de marcadores bioquímicos, como glicemia, insulina, perfil lipídico e proteínas inflamatórias, é essencial para identificar riscos de distúrbios metabólicos e cardiovasculares.
13	Ferreira <i>et al.</i> , 2025	Biomarcadores preditivos e sua aplicabilidade no diagnóstico e manejo da síndrome metabólica.	Estudo analítico-descritivo, do tipo pesquisa narrativa	A integração de biomarcadores e ferramentas analíticas avançadas favorece diagnósticos personalizados e estratégias preventivas eficazes, possibilitando intervenções precoces que podem reduzir a morbimortalidade associada à síndrome metabólica.

Fonte: A autora, 2026.

Após a análise dos estudos, o Quadro 1 mostra que biomarcadores como adiponectina, osteocalcina, glicose, insulina, perfil lipídico e indicadores renais estão fortemente relacionados aos componentes da síndrome metabólica. Percebeu-se, em particular, que altos níveis de adiponectina estão conectados à diminuição do risco da síndrome, enquanto níveis baixos de osteocalcina estão associados à resistência à insulina e a um controle metabólico deficiente. Adicionalmente, mudanças em marcadores renais, como ureia, creatinina e microalbuminúria, sinalizam comprometimento da função renal em pessoas afetadas, destacando o aspecto sistêmico da doença.

Além disso, as pesquisas ressaltam a importância de indicadores de estresse oxidativo, proteínas inflamatórias e metabólitos associados à oxidação celular, evidenciando desajustes entre sistemas oxidantes e antioxidantes em indivíduos com síndrome metabólica. Nota-se igualmente o progresso de tecnologias de diagnóstico não invasivas, como a análise por espectroscopia em saliva e urina, além da crescente valorização de métodos integrados e personalizados.

A avaliação dos estudos mostrados no Quadro 1 destaca que os biomarcadores bioquímicos têm um papel relevante no diagnóstico precoce da síndrome metabólica, principalmente porque permitem a detecção de mudanças metabólicas antes da manifestação clínica clara. Nesse cenário, nota-se que a aplicação desses marcadores aumenta a habilidade de rastreamento e vigilância da enfermidade, auxiliando em intervenções mais rápidas e eficientes (Da Fonseca *et al.*, 2023; Ferreira *et al.*, 2025).

Entre os biomarcadores analisados, a adiponectina se sobressai como um indicador protetor significativo, apresentando correlação inversa com fatores clássicos da síndrome metabólica, como circunferência abdominal e concentrações de triglicerídeos, além de correlação positiva com o HDL-c (Sparrenberger *et al.*, 2019). Essas descobertas ressaltam a função dessa adipocina na regulação metabólica e no metabolismo de lipídios, sendo vista como um indicador promissor para a identificação precoce da doença.

Confirmando esses achados, Macêdo (2022) resalta que a adiponectina influencia diretamente os processos associados à resistência à insulina e à obesidade, que são dois dos principais fundamentos fisiopatológicos da síndrome metabólica. Assim, sua avaliação pode oferecer dados significativos sobre o risco metabólico, mesmo em pessoas que ainda não cumprem critérios diagnósticos definidos.

Outro biomarcador importante encontrado nas pesquisas é a osteocalcina, cuja diminuição está relacionada ao aumento da resistência à insulina e ao controle glicêmico insatisfatório (Benhaim *et al.*, 2021). Esse resultado destaca a relação entre o metabolismo ósseo e o metabolismo energético, aprofundando a compreensão da síndrome metabólica como uma condição multifatorial e sistêmica.

Além disso, os biomarcadores renais, como uréia, creatinina, ácido úrico e microalbuminúria, demonstraram estar alterados em pessoas com síndrome metabólica (Gia; Cruz, 2020). Tais alterações apontam para um comprometimento inicial da função renal, ressaltando a relevância da análise desses parâmetros no monitoramento clínico desses indivíduos.

Os indicadores de estresse oxidativo também são ressaltados como ferramentas diagnósticas significativas. Rodríguez-Núñez *et al.* (2021) demonstram que indivíduos com síndrome metabólica exibem elevação de metabólitos oxidativos e diminuição dos sistemas antioxidantes, o que favorece a intensificação das anomalias metabólicas e o surgimento de complicações cardiovasculares.

Assim, a existência de inflamação crônica de leve intensidade e estresse oxidativo se estabelece como um dos principais mecanismos fisiopatológicos da síndrome metabólica, com biomarcadores fundamentais para identificar essas alterações subclínicas (Khan, 2022). Dessa forma, seu uso ajuda a uma análise mais completa e exata do diagnóstico.

Borges e Antônio (2025) ainda destaca a relevância dos biomarcadores clássicos, como glicose, insulina e perfil lipídico, que seguem sendo amplamente empregados na prática clínica. Esses critérios, quando considerados juntamente com novos marcadores biológicos, possibilitam uma análise mais abrangente do estado metabólico do paciente.

Além disso, a aplicação de tecnologias avançadas, como a espectroscopia por FTIR em amostras de urina e saliva, mostra progressos importantes no diagnóstico não invasivo (Caixeta, 2020). Essa metodologia demonstra elevada sensibilidade e praticidade, mostrando-se promissora para aumentar o acesso ao diagnóstico precoce, especialmente em grupos com maior vulnerabilidade.

A combinação de diversos biomarcadores é igualmente relevante para a elaboração de estratégias diagnósticas mais eficientes. Ferreira *et al.* (2025) apontam que a integração de diversos marcadores, juntamente com ferramentas analíticas

sofisticadas, promove a criação de perfis de risco personalizados, possibilitando intervenções específicas.

Nesse cenário, a estratégia multidisciplinar no tratamento da síndrome metabólica se torna relevante, pois abrange não apenas o diagnóstico, mas também a prevenção e o manejo das várias condições relacionadas (Fonseca *et al.*, 2024). A utilização de biomarcadores é fundamental para essa estratégia integrada.

Um aspecto relevante é a capacidade de usar biomarcadores para acompanhar a eficácia do tratamento. Parâmetros como glicemia em jejum, hemoglobina glicada (HbA1c), triglicerídeos, colesterol HDL, colesterol LDL, pressão arterial e circunferência abdominal são frequentemente utilizados para esse objetivo. A análise regular desses indicadores possibilita a verificação da eficácia das intervenções sugeridas, permitindo ajustes adequados nas estratégias terapêuticas, além de marcadores inflamatórios, como a proteína C-reativa (PCR), que ajudam a proporcionar uma avaliação mais completa do risco cardiometabólico (Gama *et al.*, 2024).

Ademais, a detecção antecipada de mudanças metabólicas por meio de biomarcadores pode ajudar a diminuir a morbimortalidade relacionada à síndrome metabólica. Intervenções aplicadas em fases iniciais costumam ser mais efetivas, evitando a evolução para doenças cardiovasculares e diabetes mellitus (Ferreira *et al.*, 2025).

Entretanto, mesmo com os progressos, é fundamental considerar que a análise dos biomarcadores exige um conhecimento profundo de sua fisiopatologia e das restrições dos métodos diagnósticos empregues (Khan, 2022). A variabilidade biológica e fatores externos podem impactar os resultados, necessitando de uma análise cuidadosa.

Outro aspecto a ser levado em conta é a exigência de uniformização dos biomarcadores empregados no diagnóstico da síndrome metabólica. A falta de consensos pode tornar complexa a comparação entre pesquisas e a implementação clínica dos resultados. Mesmo assim, as vantagens ligadas ao emprego de biomarcadores superam as desvantagens, principalmente no que tange à identificação precoce e à prevenção de complicações. Sua utilização na prática clínica marca um progresso relevante na medicina personalizada e preventiva (Carneiro *et al.*, 2023).

Outro ponto relevante diz respeito à utilização dos biomarcadores em várias idades. Evidências mostram que modificações em indicadores como adiponectina, glicose e perfil lipídico podem ser percebidas em crianças e adolescentes, o que ressalta a relevância de estratégias de triagem precoce desde a infância (Sparrenberger *et al.*, 2019; Borges; Antônio, 2025). Essa estratégia ajuda a evitar complicações futuras e a incentivar hábitos saudáveis desde a infância.

Ademais, a combinação de biomarcadores bioquímicos com fatores clínicos, como índice de massa corporal, circunferência abdominal e grau de atividade física, aumenta a precisão do diagnóstico. A avaliação conjunta desses fatores possibilita uma visão mais abrangente da condição de saúde do paciente, levando em conta elementos laboratoriais, clínicos e comportamentais (Fonseca *et al.*, 2024).

Outro aspecto importante é o progresso das tecnologias de laboratório, que têm permitido uma maior sensibilidade e especificidade na identificação de biomarcadores. Técnicas modernas, como a espectroscopia e métodos moleculares, expandem as opções diagnósticas e possibilitam a detecção de mudanças metabólicas em fases cada vez mais iniciais (Caixeta, 2020).

Além disso, a abordagem da medicina personalizada se sobressai com a utilização de biomarcadores, pois possibilita ajustar intervenções conforme o perfil metabólico de cada pessoa. Essa estratégia favorece uma eficácia terapêutica superior, diminuição de efeitos colaterais e maior conformidade ao tratamento, sendo vista como uma tendência em ascensão na prática clínica atual (Ferreira *et al.*, 2025).

É fundamental destacar também a função dos profissionais de saúde na correta interpretação e uso dos biomarcadores. A formação desses profissionais é importante para assegurar a qualidade dos resultados e sua adequada aplicação no processo de diagnóstico (Borges; Antônio, 2025).

Ademais, destaca-se que a intensificação da utilização de biomarcadores bioquímicos no diagnóstico precoce da síndrome metabólica necessita ser acompanhada de iniciativas educativas destinadas à população. A conscientização acerca da relevância da prevenção, combinada com a disponibilidade de exames laboratoriais, pode favorecer de forma significativa a diminuição dos efeitos dessa condição, promovendo uma melhor qualidade de vida e redução das taxas de morbimortalidade relacionadas.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo realizado cumpriu seu propósito ao examinar, de maneira abrangente, a importância dos biomarcadores bioquímicos na facilitação do diagnóstico precoce da síndrome metabólica, destacando seu papel crucial na detecção de alterações metabólicas em estágios iniciais. Com a síntese dos estudos analisados, pôde-se entender que esses marcadores são recursos importantes para a detecção antecipada, o acompanhamento clínico e a prevenção de complicações relacionadas à doença.

Os resultados enfatizam que biomarcadores como adiponectina, osteocalcina, glicemia, insulina, perfil lipídico e marcadores renais têm uma associação significativa com os elementos da síndrome metabólica, possibilitando uma avaliação mais exata do risco metabólico. Ademais, a identificação de mecanismos como estresse oxidativo e inflamação subclínica enriquece a compreensão da fisiopatologia da enfermidade, auxiliando em estratégias diagnósticas mais abrangentes e eficientes.

Outro aspecto importante é a relevância da combinação entre biomarcadores convencionais e novos, unida ao emprego de tecnologias avançadas e métodos não invasivos, que promovem diagnósticos mais acessíveis e precisos. Esse vínculo também favorece a criação de estratégias fundamentadas na medicina personalizada, promovendo intervenções mais específicas e potencialmente mais eficazes na prevenção e no manejo da síndrome metabólica.

Em relação às limitações do estudo, ressalta-se a característica de ser uma revisão de literatura, o que implica na dependência da qualidade metodológica dos trabalhos incluídos e na possível heterogeneidade entre eles. Ademais, a falta de uniformidade na aplicação e interpretação de certos biomarcadores pode tornar desafiadora a generalização dos resultados e sua aplicação consistente na prática clínica.

Diante disso, recomenda-se que futuras pesquisas invistam em estudos clínicos longitudinais e padronizados, que permitam validar e comparar a eficácia dos diferentes biomarcadores em populações diversas. Também se sugere o avanço no desenvolvimento de tecnologias diagnósticas acessíveis, bem como a incorporação desses marcadores na rotina dos serviços de saúde, especialmente na atenção primária.

Ademais, conclui-se que os biomarcadores bioquímicos representam instrumentos essenciais para o diagnóstico precoce da síndrome metabólica,

contribuindo significativamente para a redução da morbimortalidade associada. Sua utilização, aliada a estratégias preventivas e educativas, tem potencial para transformar o manejo dessa condição, promovendo uma abordagem mais preventiva, integrada e eficaz na promoção da saúde.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, Daniel Dias de *et al.* Prevalência e fatores associados à síndrome metabólica em Agentes Comunitários de Saúde. **Revista de APS**, v. 27, 2024.
- BORGES, Ana Clara Barbosa; ANTONINI, Ana Carolina Magalhães. Marcadores Bioquímicos no auxílio do diagnóstico precoce da Obesidade Infantil e o papel do Biomédico no processo. **Iesgo Science**, v. 1, n. 1, 2025.
- BENHAIM, Marcela Estela *et al.* Biomarcadores em el síndrome metabólico y su correlación com la osteocalcina sérica. **Revista Bioquímica y Patología Clínica**, v. 85, n. 3, p. 39-43, 2021.
- BORGES-NETO, Juscelino de Souza *et al.* Frequência de síndrome metabólica em estudantes de uma universidade pública brasileira. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 12, e37101219802, 2021.
- CAIXETA, Douglas Carvalho *et al.* **Identificação de biomarcadores salivares e urinários para desenvolvimento de plataformas sustentáveis para diagnóstico e monitoramento do diabetes mellitus.** Trabalho de conclusão de curso [Bacharelado em Farmácia]. Universidade Federal de Uberlândia, 2020.
- CARNEIRO, Tulio Oliveira *et al.* Estudo de revisão sistematizada sobre biomarcadores bioquímicos de overtraining. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 1, p. e28512139755-e28512139755, 2023.
- COSTA, Christefany Régia Braz *et al.* Síndrome metabólica em pessoas vivendo com HIV: prevalência e concordância de critérios. **Acta Paulista de Enfermagem**, v. 34, 2021.
- DA COSTA, Priscila Danielle Moura *et al.* Rastreamento da síndrome metabólica por serviço farmacêutico em servidores de universidade pública. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 14, e166101421592, 2021.
- DA FONSECA, Evelyn Caroline *et al.* Biomarcadores no diagnóstico de doenças. **Revista Foco (Interdisciplinary Studies Journal)**, v. 16, n. 12, 2023.
- FERREIRA, Kairo Batista Rodrigues *et al.* Biomarcadores preditivos e sua aplicabilidade no diagnóstico e manejo da síndrome metabólica. **CIPEEX**, n. esp., 2025.
- FONSECA, L. V. *et al.* Síndrome metabólica: abordagem multidisciplinar, complicações e perspectivas futuras. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 7, n. 9, p. e74296, 2024.

GAMA, Isabelle Rodrigues de Souza *et al.* Síndrome Metabólica: Evidências atuais sindêmicas, diagnóstico, tratamento e dietoterapia. **LUMEN ET VIRTUS**, v. 15, n. 39, p. 1904-1923, 2024.

GIA, Zhigue; CRUZ, Verónica María Reyes. **Marcadores bioquímicos renales y su asociación al síndrome metabólico em pacientes adultos del IESS Jipijapa**. Trabalho de Conclusão de Curso. Jipijapa. UNESUM. 2020.

KHAN, Irfan Ahmad. Biomarcadores da saúde humana. **Biomed. Research**, v. 33, n. 4, 2022.

MACÊDO, Rosy Daylla Rodrigues. **Adiponectina como biomarcador preditivo para síndrome metabólica em adultos: uma revisão da literatura**. Trabalho de conclusão de curso [Bacharelado em Farmácia]. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2022.

RODRÍGUEZ-NÚÑEZ, Axana *et al.* Marcadores de estrés oxidativo em pacientes com síndrome metabólico. **Revista Finlay**, v. 11, n. 1, p. 23-30, 2021.

SALIBA, Leonardo Camargos *et al.* Resistência à insulina e síndrome metabólica: impacto na progressão do diabetes tipo 2. **Journal of medical and Biosciences Research**, v. 2, n. 2, p. 660–674, 2025.

SANTOS, Grasielle da Silva *et al.* Prevalência e fatores associados de síndrome metabólica em trabalhadores feirantes. **Revista ComCiência**, v. 7, n. 9, p. 154–157, 2021.

SILVA, Érica Santos da *et al.* Prevalência dos cofatores da Síndrome Metabólica por diferentes métodos em pacientes hipertensos atendidos em Unidades Básicas de Saúde de um município no Estado da Bahia. **Revista de Ciências Médicas e Biológicas**, v. 23, n. 1, p. 81–87, 2024.

SPARREMBERGER, Karen *et al.* Concentrações mais elevadas de adiponectina estão associadas à redução do risco de síndrome metabólica, independentemente do estado ponderal, em adolescentes brasileiros. **Diabetology & Metabolic Syndrome**, v. 11, n. 1, p. 40, 2019.