

## ANÁLISE METABÓLICA EM PACIENTES COM DIABETES MELLITUS TIPO 2 (DM<sub>2</sub>)

METABOLIC ANALYSIS IN PATIENTS WITH TYPE 2 DIABETES MELLITUS (DM<sub>2</sub>)

ANÁLISIS METABÓLICO EN PACIENTES CON DIABETES MELLITUS TIPO 2 (DM<sub>2</sub>)

Shirley Santos Farias<sup>1</sup>  
Monica Andrade de Souza Brito<sup>2</sup>  
Laura Vilarino Sampaio Gomes<sup>3</sup>  
Lidiane da Ressurreição Gomes<sup>4</sup>  
Laura Stefany Araújo Conceição Silva<sup>5</sup>  
Rosemilia Cunha<sup>6</sup>

**RESUMO:** O Diabetes Mellitus Tipo 2, conhecido como DM<sub>2</sub>, é uma doença metabólica crônica que afeta grande parte da população e está relacionada, principalmente, à resistência à insulina e ao aumento da glicose no sangue. No entanto, essa condição não envolve apenas a alteração glicêmica, pois também provoca mudanças no metabolismo dos lipídios, dos aminoácidos, dos ácidos graxos e de outras substâncias importantes para o equilíbrio do organismo. Nesse contexto, a análise metabólica, especialmente por meio da metabolômica, tem se mostrado uma ferramenta importante para compreender melhor as alterações bioquímicas presentes nos pacientes com DM<sub>2</sub>. Este trabalho teve como objetivo analisar a importância da análise metabólica em pacientes com Diabetes Mellitus Tipo 2, destacando sua contribuição para a identificação de biomarcadores, o diagnóstico precoce, o acompanhamento da doença e a personalização do tratamento. A pesquisa foi realizada por meio de revisão bibliográfica qualitativa, com base em artigos científicos publicados entre 2016 e 2025, disponíveis em bases como PubMed, SciELO e Google Acadêmico. Os estudos analisados mostram que pacientes com DM<sub>2</sub> apresentam alterações significativas nos níveis de glicose, aminoácidos de cadeia ramificada, ácidos graxos e corpos cetônicos. Conclui-se que a metabolômica contribui para uma visão mais ampla e individualizada do paciente, favorecendo um cuidado mais preventivo, humanizado e eficaz.

**Palavras-chave:** Diabetes Mellitus Tipo 2. Metabolômica. Biomarcadores. Análise Metabólica. Medicina de Precisão.

<sup>1</sup>Discente do curso de Farmácia na UNIFACS.

<sup>2</sup>Discente do curso de Farmácia na UNIFACS.

<sup>3</sup>Discente do curso de Farmácia na UNIFACS.

<sup>4</sup>Discente do curso de Farmácia na UNIFACS.

<sup>5</sup>Discente do curso de Farmácia na UNIFACS.

<sup>6</sup>Orientadora do curso de farmácia na UNIFACS.

**ABSTRACT:** Type 2 Diabetes Mellitus, known as T2DM, is a chronic metabolic disease that affects a large part of the population and is mainly related to insulin resistance and increased blood glucose levels. However, this condition does not involve only glycemic changes, as it also causes alterations in lipid metabolism, amino acids, fatty acids and other important substances for the body's balance. In this context, metabolic analysis, especially through metabolomics, has become an important tool to better understand the biochemical changes present in patients with T2DM. This study aimed to analyze the importance of metabolic analysis in patients with Type 2 Diabetes Mellitus, highlighting its contribution to the identification of biomarkers, early diagnosis, disease monitoring and treatment personalization. The research was carried out through a qualitative bibliographic review, based on scientific articles published between 2016 and 2025, available in databases such as PubMed, SciELO and Google Scholar. The analyzed studies show that patients with T2DM present significant changes in glucose levels, branched-chain amino acids, fatty acids and ketone bodies. It is concluded that metabolomics contributes to a broader and more individualized view of the patient, favoring more preventive, humanized and effective care.

**Keywords:** Type 2 Diabetes Mellitus. Metabolomics. Biomarkers. Metabolic Analysis. Precision Medicine.

**RESUMEN:** La Diabetes Mellitus Tipo 2, conocida como DM2, es una enfermedad metabólica crónica que afecta a una gran parte de la población y está relacionada principalmente con la resistencia a la insulina y el aumento de los niveles de glucosa en la sangre. Sin embargo, esta condición no implica solamente alteraciones glucémicas, ya que también provoca cambios en el metabolismo de los lípidos, aminoácidos, ácidos grasos y otras sustancias importantes para el equilibrio del organismo. En este contexto, el análisis metabólico, especialmente por medio de la metabolómica, se ha mostrado como una herramienta importante para comprender mejor las alteraciones bioquímicas presentes en los pacientes con DM2. Este trabajo tuvo como objetivo analizar la importancia del análisis metabólico en pacientes con Diabetes Mellitus Tipo 2, destacando su contribución para la identificación de biomarcadores, el diagnóstico precoz, el seguimiento de la enfermedad y la personalización del tratamiento. La investigación fue realizada por medio de una revisión bibliográfica cualitativa, con base en artículos científicos publicados entre 2016 y 2025, disponibles en bases como PubMed, SciELO y Google Académico. Los estudios analizados muestran que los pacientes con DM2 presentan alteraciones significativas en los niveles de glucosa, aminoácidos de cadena ramificada, ácidos grasos y cuerpos cetónicos. Se concluye que la metabolómica contribuye a una visión más amplia e individualizada del paciente, favoreciendo una atención más preventiva, humanizada y eficaz.

**Palabras clave:** Diabetes Mellitus Tipo 2. Metabolómica. Biomarcadores. Análisis Metabólico. Medicina de Precisión.

## INTRODUÇÃO

O Diabetes Mellitus Tipo 2 (DM2) constitui uma das doenças metabólicas de maior prevalência no mundo contemporâneo, representando cerca de 90% de todos os casos de diabetes (JIN et al., 2021, p. 3). Segundo a International Diabetes Federation (IDF), estima-se

que mais de 540 milhões de pessoas convivam atualmente com a doença, número que poderá ultrapassar 700 milhões até 2045 (Arneith, 2019, p. 102). Trata-se de uma condição multifatorial, caracterizada principalmente por resistência à insulina e disfunção das células  $\beta$  pancreáticas, resultando em hiperglicemia crônica e em alterações significativas do metabolismo energético. Nos últimos anos, a análise metabólica — especialmente a metabolômica — tornou-se uma ferramenta fundamental para compreender as complexas alterações bioquímicas subjacentes ao DM2. A metabolômica, segundo Pallares-Méndez (2016, p. 7), “consiste na análise sistemática e quantitativa de metabólitos de baixo peso molecular, fornecendo uma visão global do estado metabólico do organismo”. Essa abordagem oferece vantagens em relação aos exames laboratoriais tradicionais, pois permite identificar assinaturas metabólicas associadas à progressão da doença, antes mesmo do aparecimento de sintomas clínicos (LIU et al., 2023, p. 12). Além disso, a análise metabólica é essencial para compreender a heterogeneidade do DM2. Estudos recentes mostram que pacientes com perfis metabólicos distintos — por exemplo, aqueles com predominância de disfunções lipídicas em contraste com os que apresentam resistência insulínica marcada — respondem de forma diferenciada a intervenções terapêuticas (Zhang et al., 2024, p. 5). Dessa forma, a metabolômica abre caminho para a medicina de precisão, permitindo a individualização do tratamento e o monitoramento personalizado do risco metabólico.

## MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido por meio de uma revisão bibliográfica qualitativa, com base na análise de artigos científicos relacionados à análise metabólica em pacientes com Diabetes Mellitus Tipo 2. A pesquisa foi realizada com o objetivo de compreender como a metabolômica vem sendo utilizada para identificar alterações bioquímicas, biomarcadores e possibilidades de tratamento personalizado em pacientes com DM2.

Foram consultadas bases de dados científicas, como PubMed, SciELO e Google Acadêmico, além de revistas especializadas da área da saúde. Durante a busca, foram utilizados descritores como “metabolomics”, “type 2 diabetes mellitus”, “metabolic analysis”, “biomarkers”, “Diabetes Mellitus Tipo 2”, “metabolômica” e “análise metabólica”. Foram incluídos artigos publicados entre os anos de 2016 e 2025, em português e inglês, disponíveis na íntegra e que apresentavam relação direta com o tema estudado. Foram excluídos estudos

repetidos, trabalhos que não tinham relação direta com o Diabetes Mellitus Tipo 2 e pesquisas que abordavam exclusivamente outros tipos de diabetes ou outras doenças metabólicas.

Após a seleção dos materiais, foi realizada a leitura dos resumos e dos textos completos. A análise foi feita de forma qualitativa, observando os objetivos, os métodos, os principais resultados e as conclusões de cada estudo. A partir dessa leitura, as informações mais importantes foram organizadas para compor o desenvolvimento deste trabalho.

## RESULTADOS

A partir da análise dos artigos selecionados, foi possível observar que os pacientes com Diabetes Mellitus Tipo 2 apresentam alterações metabólicas importantes. A principal alteração encontrada nos estudos foi a elevação dos níveis de glicose no sangue, que está diretamente relacionada à resistência à insulina, uma das características mais marcantes do DM2. Além da alteração glicêmica, os estudos também apontaram aumento dos aminoácidos de cadeia ramificada, como leucina, isoleucina e valina. Esses aminoácidos apareceram com frequência nos pacientes com resistência insulínica, sendo considerados possíveis biomarcadores precoces para o desenvolvimento do Diabetes Mellitus Tipo 2.

Outro resultado observado foi a presença de alterações no metabolismo dos ácidos graxos e dos corpos cetônicos. Esses achados mostram que o DM2 não interfere apenas no controle da glicose, mas também em outras vias metabólicas importantes para o equilíbrio do organismo. Isso demonstra que a doença deve ser compreendida como uma condição mais ampla, que envolve diferentes processos bioquímicos. Os estudos analisados também destacaram o uso de técnicas como a espectrometria de massa e a ressonância magnética nuclear. Essas ferramentas possibilitaram a identificação de diferentes perfis metabólicos entre os pacientes, permitindo uma visão mais detalhada das alterações presentes no organismo.

Também foi possível perceber que alguns pacientes apresentaram respostas metabólicas diferentes conforme o tratamento utilizado. Medicamentos como a metformina e os inibidores de SGLT2 foram associados a mudanças no perfil metabólico, mostrando que a análise metabólica pode auxiliar no acompanhamento da resposta terapêutica. Além disso, os artigos demonstraram que fatores genéticos, alimentares, ambientais e populacionais podem influenciar o perfil metabólico dos pacientes com Diabetes Mellitus Tipo 2. Isso significa que pacientes de diferentes regiões ou realidades de vida podem apresentar alterações metabólicas distintas.

De modo geral, os resultados mostram que a análise metabólica é uma ferramenta importante para compreender melhor o Diabetes Mellitus Tipo 2. Ela permite identificar alterações que vão além da glicose, contribuindo para uma visão mais completa da doença e do paciente.

## DISCUSSÃO

Os resultados encontrados mostram que o Diabetes Mellitus Tipo 2 não deve ser compreendido apenas como uma doença relacionada ao aumento da glicose no sangue. Embora a hiperglicemia seja uma característica central do DM<sub>2</sub>, os estudos analisados demonstram que essa condição envolve um conjunto de alterações metabólicas mais amplas, que atingem diferentes vias do organismo.

O aumento dos aminoácidos de cadeia ramificada, por exemplo, chama atenção por estar relacionado à resistência à insulina. Esse achado é importante porque mostra que algumas alterações podem surgir antes mesmo do diagnóstico clínico da doença. Assim, a identificação desses biomarcadores pode contribuir para ações mais preventivas e para o acompanhamento de pessoas com maior risco de desenvolver DM<sub>2</sub>.

As alterações nos ácidos graxos e nos corpos cetônicos também reforçam a ideia de que o Diabetes Mellitus Tipo 2 é uma condição sistêmica. Isso significa que a doença não afeta apenas uma função do organismo, mas interfere no equilíbrio energético como um todo. Por isso, o cuidado com o paciente diabético precisa ir além da verificação da glicemia, considerando também outros aspectos metabólicos. A metabolômica aparece, nesse contexto, como uma ferramenta muito importante. Por meio dela, é possível observar o organismo de forma mais detalhada e identificar alterações que nem sempre aparecem nos exames tradicionais. Isso contribui para um diagnóstico mais precoce, para o acompanhamento da evolução da doença e para uma melhor compreensão da resposta ao tratamento.

Outro ponto relevante é a relação entre análise metabólica e medicina de precisão. Como cada paciente pode apresentar um perfil metabólico diferente, o tratamento também precisa considerar essas individualidades. Alguns pacientes respondem melhor a determinados medicamentos, enquanto outros podem precisar de ajustes. Dessa forma, a metabolômica pode ajudar a tornar o tratamento mais personalizado e eficaz. Também é importante destacar que fatores como alimentação, estilo de vida, genética e ambiente influenciam diretamente o metabolismo dos pacientes. Por isso, não é adequado pensar em uma única forma de tratar

todos os casos de Diabetes Mellitus Tipo 2. Cada paciente possui uma realidade própria, e isso precisa ser considerado no planejamento do cuidado.

Dessa forma, a discussão dos resultados mostra que a análise metabólica representa um avanço importante para o acompanhamento do DM2. Ela permite olhar para o paciente de maneira mais completa, ajudando não apenas no controle da doença, mas também na prevenção de complicações e na escolha de tratamentos mais adequados. Portanto, a metabólômica contribui para uma assistência mais humana, individualizada e preventiva. Ela não substitui os exames tradicionais, mas complementa essas avaliações e amplia a compreensão sobre o estado de saúde do paciente com Diabetes Mellitus Tipo 2.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao finalizar este trabalho, foi possível compreender que a análise metabólica em pacientes com Diabetes Mellitus Tipo 2 é uma área de grande importância para a saúde e para a pesquisa científica. O DM2 é uma doença complexa, que vai além do aumento da glicose no sangue e envolve várias alterações no funcionamento do organismo. A metabólômica se destaca como uma ferramenta capaz de ampliar essa compreensão. Por meio dela, é possível identificar biomarcadores, acompanhar a evolução da doença e avaliar a resposta aos tratamentos. Isso representa um avanço importante, principalmente porque cada paciente pode apresentar um perfil metabólico diferente.

Os estudos analisados mostram que pacientes com DM2 costumam apresentar aumento da glicose, alterações nos aminoácidos de cadeia ramificada, mudanças no metabolismo dos ácidos graxos e desequilíbrios energéticos. Esses achados reforçam que o Diabetes Mellitus Tipo 2 deve ser compreendido como uma condição sistêmica, que exige acompanhamento amplo e contínuo. Também foi possível perceber que a análise metabólica contribui diretamente para a medicina de precisão. Essa abordagem permite que o paciente seja visto de forma mais individualizada, considerando suas características metabólicas, sua resposta ao tratamento e seu contexto de vida.

Conclui-se, portanto, que a análise metabólica é uma ferramenta essencial para o futuro do diagnóstico, do acompanhamento e do tratamento do Diabetes Mellitus Tipo 2. Apesar de ainda existirem desafios, como o acesso às tecnologias e a necessidade de profissionais capacitados, a metabólômica representa uma possibilidade promissora para melhorar a qualidade de vida dos pacientes. Dessa forma, este estudo mostra que compreender o

metabolismo do paciente diabético é fundamental para oferecer um cuidado mais humano, preventivo e eficiente. A análise metabólica não substitui os exames tradicionais, mas complementa essas avaliações e permite um olhar mais completo sobre a saúde do paciente.

## REFERÊNCIAS

ARNETH, B. Metabolomics of Type 1 and Type 2 Diabetes: Insights into Risk, Complications and Therapy. **Metabolomics**, v. 15, n. 4, p. 101-107, 2019. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31109071/>. Acesso em: 27 out. 2025.

JIN, Q. et al. Metabolomics in Diabetes and Diabetic Complications: Insights from Epidemiological Studies. **Journal of Diabetes and Its Complications**, v. 35, n. 2, p. 3-9, 2021. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8616415/>. Acesso em: 27 out. 2025.

LIU, J. et al. Metabolomic Network Reveals Novel Biomarkers for Type 2 Diabetes Mellitus. **Science Translational Medicine**, p. 10-17, 2023. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12046487/>. Acesso em: 27 out. 2025.

LIU, J. et al. Clinical Metabolomics in Type 2 Diabetes Mellitus: From Pathogenesis to Precision Medicine. **Frontiers in Endocrinology**, 2025. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fendo.2025.1501305/full>. Acesso em: 27 out. 2025.

NORONHA, C. G. et al. Modelo Metabonômico para Avaliação da Regressão do Diabetes Mellitus Tipo 2 Após Cirurgia Bariátrica. **Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgias**, v. 47, e20202394, p. 1-7, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0100-6991e-20202394>. Acesso em: 27 out. 2025.

PALLARES-MÉNDEZ, R. Metabolomics in Diabetes: A Review. **Journal of Diabetes Research**, p. 7-13, 2016. Disponível em: [https://repositorio.inmegen.gob.mx/tema/publicaciones/upload/Metabolomics\\_in\\_diabetes\\_a\\_re\\_view.pdf](https://repositorio.inmegen.gob.mx/tema/publicaciones/upload/Metabolomics_in_diabetes_a_re_view.pdf). Acesso em: 27 out. 2025.

SHHAISAVANDI, M. et al. Exploring Metabolomic Patterns in Type 2 Diabetes Mellitus and Response to Glucose-Lowering Medications. **Genes**, v. 14, n. 7, art. 1464, p. 8-12, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/genes14071464>. Acesso em: 27 out. 2025.

ZHANG, X. et al. Untargeted Metabolomic Profiling Reveals Molecular Signatures Associated with Type 2 Diabetes in Nigerians. **Genome Medicine**, v. 16, n. 4, p. 5-9, 2024. Disponível em: <https://genomemedicine.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13073-024-01308-5>. Acesso em: 27 out. 2025.

“ADVANCES in Metabolomics: A Comprehensive Review of Type 2 Diabetes and Cardiovascular Diseases”. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 26, n. 8, p. 14-19, 2024. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12027308/>. Acesso em: 27 out. 2025.

“METABOLOMICS and Proteomics in Type 2 Diabetes”. **Circulation Research**, v. 126, p. 1613–1627, 2020. Disponível em: <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/CIRCRESAHA.120.315898>. Acesso em: 27 out. 2025.