

# CIRURGIA METABÓLICA PARA O TRATAMENTO DO DIABETES TIPO 2

Data de submissão: 17/02/2025

Data de aceite: 01/04/2025

### **Carolina Sena Vieira**

Graduanda em Medicina. Faculdade  
Atenas. Porto Seguro - BA

### **João Pedro Tomich**

Graduando em Medicina. Faculdade  
Atenas. Porto Seguro - BA

### **Kevin Aksacki**

Graduando em Medicina. Faculdade  
Atenas. Porto Seguro - BA

### **Vinicius Alves Sampaio**

Graduando em Medicina. Faculdade  
Atenas. Porto Seguro - BA

**RESUMO:** A cirurgia metabólica é uma intervenção eficaz e transformadora no manejo do diabetes mellitus tipo 2 (DM2), apresentando taxas de remissão glicêmica entre 50% e 80%. Os resultados são atribuídos a alterações metabólicas e hormonais, como o aumento de GLP-1 e PYY, a redução da grelina, a modulação da microbiota intestinal e a diminuição da inflamação sistêmica. Esses benefícios frequentemente ocorrem antes mesmo de uma perda ponderal significativa, demonstrando que os efeitos glicêmicos vão além do emagrecimento. Além de promover o controle glicêmico, a cirurgia metabólica reduz complicações microvasculares

(retinopatia, nefropatia, neuropatia) e macrovasculares (doença cardiovascular e AVC), melhora o perfil lipídico, a pressão arterial e a qualidade de vida, com maior mobilidade e bem-estar psicológico dos pacientes. No entanto, desafios como acesso limitado, barreiras econômicas e complicações nutricionais no pós-operatório ainda precisam ser superados. Avanços tecnológicos, como a cirurgia robótica, biomarcadores metabólicos e o uso de realidade aumentada, têm contribuído para ampliar o acesso e refinar os resultados dessa intervenção, consolidando-a como uma ferramenta essencial e promissora no manejo do DM2.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cirurgia metabólica; diabetes mellitus tipo 2; remissão glicêmica; obesidade; avanços tecnológicos.

## METABOLIC SURGERY FOR THE TREATMENT OF TYPE 2 DIABETES

**ABSTRACT:** Metabolic surgery has emerged as an effective and transformative intervention for managing type 2 diabetes mellitus (T2DM), with remission rates ranging from 50% to 80%. These outcomes are attributed to metabolic and hormonal changes, including increased secretion of GLP-1 and PYY, reduced ghrelin levels, modulation of the gut microbiota, and

decreased systemic inflammation. These benefits often occur before significant weight loss, demonstrating that glycemic improvements are independent of weight reduction. In addition to glycemic control, metabolic surgery reduces microvascular (retinopathy, nephropathy, neuropathy) and macrovascular (cardiovascular disease and stroke) complications, improves lipid profiles and blood pressure, and enhances quality of life by promoting greater mobility and psychological well-being. However, challenges such as limited access, economic barriers, and postoperative nutritional deficiencies remain significant. Technological advancements, including robotic surgery, metabolic biomarkers, and augmented reality, have further enhanced access and outcomes, establishing metabolic surgery as an essential and promising tool in the comprehensive management of T2DM.

**KEYWORDS:** Metabolic surgery; type 2 diabetes mellitus; glycemic remission; obesity; technological advancements.

## CIRURGIA METABÓLICA PARA EL TRATAMIENTO DE LA DIABETES TIPO 2

**RESUMEN:** La cirugía metabólica ha demostrado ser una intervención eficaz y transformadora en el manejo de la diabetes mellitus tipo 2 (DM2), con tasas de remisión que oscilan entre el 50 % y el 80 %. Estos resultados se atribuyen a cambios metabólicos y hormonales, como el aumento de GLP-1 y PYY, la reducción de la grelina, la modulación de la microbiota intestinal y la disminución de la inflamación sistémica. Estos beneficios suelen manifestarse antes de una pérdida de peso significativa, lo que demuestra que las mejoras glicémicas no dependen exclusivamente del adelgazamiento. Además, la cirugía metabólica reduce complicaciones microvasculares (retinopatía, nefropatía, neuropatía) y macrovasculares (enfermedad cardiovascular y accidente cerebrovascular), mejora el perfil lipídico, la presión arterial y la calidad de vida, promoviendo mayor movilidad y bienestar psicológico. A pesar de sus beneficios, persisten desafíos como el acceso limitado, barreras económicas y deficiencias nutricionales postoperatorias. Los avances tecnológicos, como la cirugía robótica, los biomarcadores metabólicos y la realidad aumentada, han ampliado el acceso y mejorado los resultados, consolidando a la cirugía metabólica como una herramienta esencial y prometedora en el manejo integral de la DM2.

**Palabras clave:** Cirugía metabólica; diabetes mellitus tipo 2; remisión glicémica; obesidad; avances tecnológicos.

## INTRODUÇÃO

A cirurgia metabólica, anteriormente conhecida como cirurgia bariátrica, tem ganhado destaque na medicina moderna. Inicialmente, essa abordagem era vista apenas como uma estratégia para perda de peso em pacientes com obesidade mórbida. Contudo, evidências acumuladas nas últimas décadas demonstram que os benefícios dessa intervenção vão além da redução ponderal, abrangendo alterações significativas na fisiologia metabólica, hormonal e inflamatória. Essas mudanças contribuem para a remissão de doenças complexas, como o diabetes mellitus tipo 2 (DM2), além de melhorar diversas condições associadas à obesidade (Cohen, Torres & Schiavon, 2010).

A obesidade e o DM2 são desafios significativos para a saúde pública global, representando um aumento da morbimortalidade, sobrecarga nos sistemas de saúde e redução na qualidade de vida dos pacientes. Dados epidemiológicos mostram que a obesidade é um dos principais fatores de risco para o desenvolvimento do DM2, agravando o curso clínico de ambas as condições (Conselho Federal de Medicina, 2017). Apesar dos avanços no tratamento clínico, incluindo medicamentos de última geração e estratégias de mudanças no estilo de vida, muitos pacientes não conseguem alcançar controle glicêmico adequado. Isso os deixa expostos a complicações graves, como doenças cardiovasculares, insuficiência renal, neuropatia e retinopatia (Rubino et al., 2016).

Nesse cenário, a cirurgia metabólica tem se mostrado uma solução eficaz e inovadora. Procedimentos como o bypass gástrico em Y de Roux e a gastrectomia vertical demonstraram resultados expressivos na melhoria do controle glicêmico, com remissão parcial ou completa do DM2 em uma proporção significativa de pacientes (Schauer et al., 2017). Esses benefícios não se restringem à perda de peso, sendo impulsionados por mecanismos fisiológicos e hormonais, como o aumento na secreção de hormônios incretínicos, como GLP-1 e PYY, a redução na secreção de grelina e a modulação da microbiota intestinal (Rubino et al., 2016).

Além disso, essas alterações promovem uma melhora rápida no controle glicêmico, frequentemente observada antes mesmo de ocorrer perda ponderal significativa. Esses efeitos também incluem a redução de níveis de inflamação sistêmica, um aspecto fundamental na fisiopatologia do DM2 (Cohen, Torres & Schiavon, 2010).

Os benefícios da cirurgia metabólica não se limitam ao controle do DM2. Estudos demonstram que essa abordagem contribui para a redução de comorbidades associadas à obesidade, como hipertensão arterial sistêmica, dislipidemias, apneia obstrutiva do sono e esteatose hepática não alcoólica. A melhoria no perfil metabólico global resulta também na redução da mortalidade geral e específica, além de impactar positivamente a qualidade de vida dos pacientes (Schauer et al., 2017).

Apesar dos benefícios amplamente documentados, a implementação da cirurgia metabólica ainda enfrenta desafios consideráveis. Entre eles estão as barreiras econômicas, culturais e educacionais. Além disso, a natureza invasiva do procedimento e a necessidade de mudanças permanentes no estilo de vida reforçam a importância de uma avaliação criteriosa e multidisciplinar para garantir os melhores resultados (Conselho Federal de Medicina, 2017).

Com base em diretrizes internacionais, como as da American Diabetes Association (ADA) e da International Federation for the Surgery of Obesity and Metabolic Disorders (IFSO), a cirurgia metabólica é recomendada para pacientes obesos com DM2 que não alcançam controle glicêmico adequado com terapias convencionais. Essa recomendação reflete o crescente corpo de evidências que demonstra os benefícios da cirurgia, não apenas na remissão do DM2, mas também na redução de complicações micro e macrovasculares e no aumento da expectativa de vida (Rubino et al., 2016).

Esse estudo reforça que a cirurgia metabólica é uma ferramenta terapêutica valiosa, e sua aplicação deve ser direcionada com base em critérios clínicos bem estabelecidos, a fim de maximizar os benefícios para os pacientes.

## REFERENCIAL TEÓRICO

A cirurgia metabólica tem emergido como uma alternativa eficaz no tratamento do diabetes mellitus tipo 2 (DM2), especialmente em pacientes que apresentam dificuldades em alcançar controle metabólico adequado por meio de intervenções clínicas convencionais. Este referencial teórico aborda os principais conceitos, mecanismos fisiopatológicos e evidências clínicas que fundamentam essa abordagem terapêutica, contextualizando-a no cenário atual de manejo do DM2.

### Conceito de Cirurgia Metabólica

A cirurgia metabólica é uma abordagem terapêutica que tem como foco o tratamento de doenças metabólicas, especialmente o diabetes mellitus tipo 2 (DM2). Embora frequentemente confundida com a cirurgia bariátrica, a cirurgia metabólica possui indicações específicas e seu objetivo principal é o impacto metabólico, como o controle glicêmico e as alterações hormonais decorrentes da modificação anatômica do trato gastrointestinal, indo além da simples perda de peso (DIAS et al., 2018). Historicamente, iniciou-se como um tratamento para obesidade grave, mas estudos demonstraram que seus efeitos metabólicos não eram apenas consequência da redução ponderal, mas também de alterações fisiológicas no trato gastrointestinal e no metabolismo hormonal (RUBINO et al., 2010).

A diferença fundamental entre a cirurgia bariátrica e a metabólica está nos objetivos: enquanto a bariátrica foca na perda de peso e no controle das comorbidades associadas à obesidade, a metabólica tem como prioridade os efeitos no controle glicêmico e na remissão ou controle do DM2. As principais técnicas utilizadas, como o bypass gástrico em Y de Roux e a gastrectomia vertical, promovem mudanças anatômicas e hormonais que impactam diretamente o metabolismo. O bypass gástrico, por exemplo, aumenta os níveis de GLP-1, que estimula a secreção de insulina e melhora a sensibilidade à insulina, enquanto a gastrectomia vertical reduz a produção de grelina, hormônio relacionado à fome (Schauer et al., 2017).

Esses efeitos benéficos resultam de alterações no trato gastrointestinal, como mudanças no trânsito intestinal, melhora na microbiota e modulação de hormônios relacionados ao metabolismo. Além disso, a cirurgia melhora a sensibilidade à insulina e reduz a resistência, frequentemente observada em pacientes com DM2. Estudos mostram que muitos pacientes submetidos à cirurgia metabólica apresentam remissão do diabetes, redução significativa no uso de medicamentos e melhora das comorbidades metabólicas (MINGRONE et al., 2012).

A história da cirurgia metabólica remonta às décadas de 1950 e 1960, quando foi observado, de forma incidental, que pacientes obesos submetidos ao bypass gástrico apresentavam melhora do controle glicêmico antes mesmo da perda de peso significativa. A partir da década de 1990, estudos confirmaram que os benefícios metabólicos eram decorrentes de mecanismos independentes da redução ponderal (Buchwald et al., 2004). Esse reconhecimento levou à ampliação das indicações para pacientes com DM2 refratário, mesmo aqueles com IMC entre 30 e 35 kg/m<sup>2</sup>, desde que apresentassem falha no controle glicêmico com terapia clínica máxima (Rubino et al., 2010).

A cirurgia metabólica, no entanto, não é uma solução universal. Seu sucesso depende de uma seleção criteriosa de pacientes, considerando a duração do DM2, reserva funcional pancreática e perfil metabólico. É necessário também um acompanhamento contínuo no pós-operatório para monitorar o estado nutricional e metabólico. Apesar dos riscos cirúrgicos inerentes, como infecções e obstruções intestinais, os benefícios superam os riscos em pacientes bem selecionados, contribuindo para uma melhora significativa na qualidade de vida e no controle de doenças metabólicas (Schauer et al., 2017). Esse avanço representa uma mudança de paradigma no tratamento do DM2 e demonstra o impacto positivo da compreensão do papel do trato gastrointestinal e dos hormônios no metabolismo.

## **Fisiopatologia do Diabetes Mellitus Tipo 2**

O Diabetes Mellitus Tipo 2 (DM2) é uma doença metabólica complexa caracterizada por um desequilíbrio entre a resistência à insulina nos tecidos periféricos e a secreção inadequada de insulina pelas células beta do pâncreas. Esse desequilíbrio resulta em hiperglicemia crônica, que é responsável por uma série de complicações microvasculares, como retinopatia, nefropatia e neuropatia, além de complicações macrovasculares, incluindo doenças cardiovasculares e acidente vascular cerebral (DeFronzo et al., 2015).

A resistência à insulina, que ocorre principalmente no fígado, no músculo esquelético e no tecido adiposo, desempenha um papel central no desenvolvimento do DM2. No fígado, a insulina não consegue suprimir adequadamente a produção de glicose, resultando em hiperglicemia. No músculo esquelético, a captação de glicose mediada pela insulina é reduzida, comprometendo o armazenamento e o uso da glicose como fonte de energia. O tecido adiposo, especialmente o visceral, também contribui significativamente para a resistência à insulina, pois é altamente ativo metabolicamente e secreta adipocinas inflamatórias, como o fator de necrose tumoral-alfa (TNF- $\alpha$ ), a interleucina-6 (IL-6) e a resistina. Essas adipocinas promovem inflamação sistêmica e local, prejudicam a sinalização da insulina e agravam ainda mais a resistência periférica à insulina, criando um ciclo inflamatório progressivo (Kahn; Hull; Utzschneider, 2006).

Paralelamente, ocorre uma disfunção progressiva das células beta pancreáticas, responsáveis pela produção de insulina. Inicialmente, o pâncreas tenta compensar a resistência periférica à insulina aumentando a secreção desse hormônio. No entanto, com o tempo, as células beta sofrem estresse oxidativo devido ao ambiente hiperglicêmico, o que acelera a apoptose celular e reduz a capacidade funcional do pâncreas. Essa falência progressiva na secreção de insulina contribui para a piora contínua do controle glicêmico em pacientes com DM2 (Prunet-Marcassus et al., 2003).

Outro componente essencial na fisiopatologia do DM2 envolve o eixo intestino-pâncreas. Hormônios intestinais chamados incretinas, como o GLP-1 (peptídeo semelhante ao glucagon tipo 1) e o GIP (peptídeo insulínico dependente de glicose), desempenham um papel crucial no estímulo à secreção de insulina e na regulação dos níveis de glicose no sangue. Em indivíduos saudáveis, essas incretinas aumentam a liberação de insulina em resposta à ingestão de alimentos e também ajudam a suprimir a liberação de glucagon, um hormônio que eleva os níveis de glicose no sangue. No entanto, em pacientes com DM2, tanto a secreção quanto a função das incretinas estão comprometidas, exacerbando a hiperglicemia e contribuindo para a deterioração do controle glicêmico (Nathan et al., 2009).

A interação desses mecanismos – resistência à insulina, disfunção das células beta e deficiência de incretinas – torna o DM2 uma doença progressiva. Além disso, o ambiente hiperglicêmico crônico gera mais estresse oxidativo e inflamação, perpetuando um ciclo vicioso que acelera o dano celular e o declínio metabólico. Essa complexidade fisiopatológica requer abordagens terapêuticas que abordem não apenas a redução dos níveis de glicose no sangue, mas também a melhora da sensibilidade à insulina, a preservação das células beta e o estímulo ao eixo das incretinas, a fim de interromper a progressão da doença e melhorar os desfechos clínicos a longo prazo (DeFronzo et al., 2015).

## **Mecanismos de Ação da Cirurgia Metabólica**

Os benefícios da cirurgia metabólica vão muito além da simples perda de peso, sendo sustentados por uma série de alterações metabólicas e hormonais que impactam positivamente o controle glicêmico, a sensibilidade à insulina e o metabolismo energético. Esses mecanismos incluem modificações hormonais, metabólicas, intestinais e neuroendócrinas, que juntos promovem a melhora ou remissão do diabetes mellitus tipo 2 (DM2) e outras doenças metabólicas associadas (Rubino et al., 2010; Schauer et al., 2017).

No contexto da modulação hormonal avançada, a cirurgia metabólica eleva os níveis de hormônios como o GLP-1 (peptídeo semelhante ao glucagon tipo 1) e o PYY (peptídeo YY), que são responsáveis por promover saciedade e otimizar a secreção de insulina. Esses hormônios, secretados em maior quantidade pelo trato gastrointestinal após os procedimentos cirúrgicos, desempenham um papel crucial na regulação do metabolismo da glicose (RUBINO et al., 2010). Simultaneamente, há uma redução significativa nos níveis de grelina, o hormônio da fome, o que contribui para a diminuição do apetite e facilita a

adesão a um menor consumo calórico. Além disso, o aumento do fator de crescimento fibroblástico 19 (FGF-19), induzido pelas alterações no fluxo de ácidos biliares, melhora a sensibilidade à insulina, regula o metabolismo hepático e contribui para a homeostase energética (Mingrone et al., 2012).

As alterações metabólicas sistêmicas envolvem mudanças significativas no fluxo de ácidos biliares, que não apenas sensibilizam os tecidos periféricos à insulina, mas também intensificam a sinalização de GLP-1 (Schauer et al., 2017). A microbiota intestinal, por sua vez, sofre uma transformação benéfica após a cirurgia, favorecendo cepas bacterianas que desempenham um papel positivo no metabolismo da glicose, na inflamação sistêmica e na regulação do peso corporal. Essas mudanças contribuem para a melhora da resistência à insulina e da disfunção metabólica sistêmica (Rubino et al., 2010).

A sensibilidade à insulina também é aprimorada pela cirurgia metabólica por meio de várias vias. Há um aumento na captação de glicose pelo músculo esquelético e tecido adiposo, o que reduz a hiperglicemia. No fígado, ocorre uma regulação das vias de gliconeogênese, o que limita a produção hepática de glicose e contribui para a normalização dos níveis glicêmicos. Esses efeitos são essenciais para quebrar o ciclo de hiperglicemia e resistência à insulina que caracteriza o DM2 (Mingrone et al., 2012).

A exclusão intestinal proximal, característica de procedimentos como o bypass gástrico, promove benefícios adicionais ao excluir o duodeno e o jejuno proximal do contato com nutrientes. Essa exclusão reduz a interação com substâncias alimentares que poderiam desencadear resistência à insulina e diminuir os níveis de fatores inflamatórios gerados pelo contato alimentar com essas regiões. Essa abordagem também reduz a liberação de mediadores pró-inflamatórios, resultando em uma melhora metabólica generalizada (Rubino et al., 2010).

Do ponto de vista neuroendócrino, a cirurgia metabólica influencia circuitos hipotalâmicos responsáveis pelo controle do apetite e da saciedade. As alterações nos sinais neuroendócrinos promovem uma sensação de saciedade mais precoce e sustentada, além de reduzir os estímulos relacionados à fome, o que favorece a aderência a um estilo de vida mais saudável (Schauer et al., 2017).

Por fim, a cirurgia metabólica desencadeia remodelações hepáticas e pancreáticas significativas. No fígado, a redução da esteatose hepática e a melhora na função metabólica são observadas, o que impacta positivamente o metabolismo glicêmico e lipídico. No pâncreas, a cirurgia aumenta a secreção de insulina pelas células beta e reduz a apoptose dessas células, protegendo a função pancreática e retardando a progressão do DM2 (Mingrone et al., 2012).

Esses mecanismos integrados explicam por que a cirurgia metabólica é considerada uma intervenção eficaz no manejo de doenças metabólicas, proporcionando não apenas controle glicêmico, mas também benefícios adicionais relacionados à saúde metabólica geral. Ao modular múltiplos sistemas e processos fisiológicos, a cirurgia metabólica se estabelece como uma ferramenta poderosa no tratamento de condições como o DM2 refratário e a obesidade.

## Avanços Tecnológicos na Cirurgia Metabólica

Os avanços tecnológicos têm transformado significativamente a cirurgia metabólica, tornando-a mais precisa, segura e acessível a diferentes perfis de pacientes. A incorporação de técnicas minimamente invasivas, como a cirurgia robótica, destaca-se como um dos principais avanços. A cirurgia robótica permite maior precisão em procedimentos complexos, proporcionando uma visualização tridimensional ampliada e movimentos mais refinados por meio de braços robóticos. Esses benefícios não apenas reduzem o tempo de recuperação do paciente, mas também otimizam os resultados metabólicos, especialmente em intervenções como o bypass gástrico em Y de Roux (Pratt et al., 2018).

Além da robótica, dispositivos intragástricos e métodos endoscópicos têm ganhado relevância como alternativas menos invasivas. O balão intragástrico, por exemplo, é utilizado para promover saciedade e perda de peso inicial em pacientes com contraindicações para cirurgia tradicional. Procedimentos endoscópicos, como a gastroplastia endoscópica em manga, também têm demonstrado eficácia no controle do peso e na melhora metabólica em populações selecionadas, com taxas reduzidas de complicações (Miranda et al., 2020).

Outra inovação significativa é o uso de tecnologias de realidade aumentada para o planejamento cirúrgico. Essa abordagem permite a criação de mapas anatômicos virtuais detalhados, facilitando a identificação de estruturas críticas durante a cirurgia e reduzindo os riscos de complicações. Essas ferramentas tecnológicas são especialmente úteis em pacientes com anatomias alteradas ou históricos cirúrgicos prévios (Zhang et al., 2022).

O desenvolvimento e a aplicação de biomarcadores metabólicos representam outro avanço promissor. Biomarcadores específicos estão sendo utilizados para selecionar pacientes com maior probabilidade de responder positivamente à cirurgia metabólica. Esses marcadores ajudam a prever não apenas o sucesso glicêmico, mas também a resposta em termos de perda de peso e melhora das comorbidades metabólicas, permitindo uma personalização mais eficaz do tratamento (Fried et al., 2019).

Essas inovações refletem a tendência crescente de personalizar a abordagem cirúrgica ao perfil metabólico de cada indivíduo, promovendo uma medicina mais precisa e direcionada. A combinação dessas tecnologias avançadas com abordagens minimamente invasivas tem potencial para ampliar o acesso à cirurgia metabólica, melhorar os desfechos clínicos e reduzir os riscos associados ao procedimento.

## Evidências Clínicas de Longo Prazo

A cirurgia metabólica tem demonstrado benefícios clínicos duradouros em pacientes com diabetes mellitus tipo 2 (DM2) e obesidade, com impacto significativo na redução das complicações microvasculares e macrovasculares, além de melhorar a sobrevivência geral. Estudos longitudinais apontam que pacientes submetidos a procedimentos como o bypass gástrico em Y de Roux ou a gastrectomia vertical apresentam reduções significativas na incidência de retinopatia, nefropatia e neuropatia diabéticas, bem como menor risco de doenças cardiovasculares, acidente vascular cerebral e insuficiência renal crônica (Schauer et al., 2017; Mingrone et al., 2015).

Além das melhorias nos desfechos clínicos, a cirurgia metabólica também tem um impacto positivo na qualidade de vida e na funcionalidade física dos pacientes. Esses benefícios são frequentemente associados ao melhor controle glicêmico, à redução da dependência de medicamentos e à melhora no perfil lipídico e na pressão arterial. Pacientes relatam melhorias na mobilidade, redução da dor articular e aumento na capacidade de realizar atividades diárias, o que contribui para um maior bem-estar geral (Stefanidis et al., 2011).

No entanto, os desfechos de longo prazo não são uniformes entre todos os pacientes, refletindo a complexidade da interação entre fatores genéticos, metabólicos e comportamentais. A variabilidade na resposta à cirurgia metabólica ressalta a importância de critérios rigorosos para seleção de candidatos. Fatores como a duração do DM2, a reserva funcional das células beta do pâncreas, o índice de massa corporal (IMC) e a presença de comorbidades podem influenciar significativamente os resultados (Fried et al., 2019). Adicionalmente, estudos têm sugerido que perfis genéticos específicos e biomarcadores metabólicos podem ser úteis para prever os desfechos e personalizar as intervenções cirúrgicas (Zhang et al., 2022).

Evidências também destacam a necessidade de acompanhamento contínuo após a cirurgia. Pacientes podem apresentar deficiências nutricionais a longo prazo, como anemia ferropriva e deficiência de vitamina B12, especialmente após procedimentos que envolvem bypass gástrico. Isso reforça a importância de um manejo pós-operatório multidisciplinar para monitorar e tratar possíveis complicações (Pratt et al., 2018).

Para o futuro, pesquisas devem focar na identificação de fatores preditivos de sucesso cirúrgico, incluindo características genéticas e biomarcadores metabólicos, para otimizar os resultados da cirurgia metabólica. Além disso, a ampliação do acesso ao procedimento e a implementação de novas tecnologias podem contribuir para uma maior eficácia e segurança no manejo de doenças metabólicas.

## **METODOLOGIA**

Este estudo consiste em uma revisão de literatura cujo objetivo é investigar os efeitos da cirurgia metabólica no tratamento do diabetes mellitus tipo 2 (DM2). Foram selecionados artigos publicados nos últimos 10 anos nas principais bases de dados científicas, incluindo PubMed, SciELO, Embase e Cochrane Library. A busca foi realizada utilizando palavras-chave como “cirurgia metabólica”, “cirurgia bariátrica”, “diabetes tipo 2”, “controle glicêmico” e “remissão do diabetes”, combinadas por operadores booleanos para maximizar a abrangência dos resultados (Cohen, Torres & Schiavon, 2010).

Os critérios de inclusão envolveram estudos originais, revisões sistemáticas e meta-análises que abordassem os tipos de cirurgia bariátrica/metabólica, seus mecanismos fisiológicos no controle glicêmico e os resultados clínicos em pacientes com DM2. Foram excluídos artigos que não apresentassem metodologia clara, estudos com populações pediátricas ou publicações focadas em condições não relacionadas ao diabetes (Campos et al., 2013).

A análise detalhada incluiu a revisão de desfechos metabólicos, como níveis de glicemia em jejum, hemoglobina glicada (HbA1c), insulinemia e resistência à insulina. Também foram avaliadas mudanças em marcadores de inflamação, perfil lipídico, hormônios intestinais (GLP-1, GIP e PYY), microbiota intestinal e fatores de risco cardiovasculares (Eickhoff et al., 2016). Adicionalmente, foram explorados os impactos na qualidade de vida, redução de comorbidades associadas (hipertensão, dislipidemia e apneia do sono) e diminuição na dependência de medicamentos antidiabéticos.

Os dados foram extraídos de forma sistemática e analisados qualitativa e quantitativamente, com ênfase em estudos randomizados controlados e séries de casos com seguimento prolongado. Também foi realizado um mapeamento das diferentes técnicas cirúrgicas (bypass gástrico, gastrectomia vertical, banda gástrica ajustável e derivações biliopancreáticas), avaliando sua eficácia comparativa em promover a remissão do diabetes e a perda de peso sustentada (Schauer, Nor Hanipah & Rubino, 2017).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A cirurgia metabólica tem se consolidado como uma intervenção terapêutica de alta eficácia no manejo do diabetes mellitus tipo 2 (DM2), oferecendo benefícios clínicos e metabólicos que frequentemente superam aqueles alcançados com o tratamento convencional. Estudos revisados nesta análise destacaram que procedimentos como o bypass gástrico em Y de Roux e a gastrectomia vertical proporcionam taxas de remissão do DM2 que variam entre 50% e 80%, mesmo em pacientes com longa duração da doença e obesidade moderada (Schauer, Nor Hanipah & Rubino, 2017; Mingrone et al., 2012). Esses resultados são especialmente relevantes considerando o impacto limitado das intervenções farmacológicas em pacientes refratários ao tratamento clínico.

Os mecanismos subjacentes à eficácia da cirurgia metabólica são amplos e multifacetados. Além da perda de peso, que reduz a carga metabólica global, as alterações hormonais e fisiológicas desempenham papéis centrais na melhora do controle glicêmico. O aumento da secreção de hormônios incretínicos, como GLP-1 e PYY, é um dos principais fatores associados à remissão do DM2. Esses hormônios, produzidos no trato gastrointestinal, aumentam a secreção de insulina de maneira glicose-dependente, promovem a saciedade e reduzem a ingestão calórica (Rubino et al., 2016). A redução dos níveis de grelina, um hormônio pró-apetitivo, também contribui para o menor consumo calórico e para o equilíbrio metabólico de longo prazo. Essas alterações hormonais ocorrem rapidamente após a cirurgia, muitas vezes antes que uma perda ponderal significativa seja observada, indicando que os benefícios metabólicos são independentes do emagrecimento (Cohen, Torres & Schiavon, 2010).

Um aspecto frequentemente negligenciado, mas crucial, é a modulação da microbiota intestinal após os procedimentos cirúrgicos. Evidências sugerem que a cirurgia metabólica aumenta a diversidade microbiana, favorecendo espécies bacterianas associadas a um metabolismo saudável e à redução da inflamação sistêmica (Eickhoff et al., 2016). Essa alteração contribui para a melhora na sensibilidade à insulina e no metabolismo da glicose, além de reduzir marcadores inflamatórios como TNF- $\alpha$  e IL-6, que são frequentemente elevados em pacientes obesos e com DM2.

Os benefícios clínicos não se limitam ao controle glicêmico. A cirurgia metabólica também promove a redução de complicações microvasculares (retinopatia, nefropatia e neuropatia) e macrovasculares (doença cardiovascular e acidente vascular cerebral). Estudos longitudinais demonstraram que pacientes submetidos a procedimentos metabólicos apresentam menor incidência de doenças cardiovasculares e uma redução significativa na mortalidade geral e específica (Mingrone et al., 2015). Adicionalmente, a melhora no perfil lipídico e na pressão arterial, frequentemente observada após a cirurgia, contribui para a redução do risco cardiovascular global.

No entanto, os resultados não são uniformes em todos os pacientes. A eficácia da cirurgia metabólica é influenciada por fatores como a duração do DM2, a reserva funcional das células beta pancreáticas e o perfil metabólico basal. Embora os critérios tradicionais de elegibilidade incluam pacientes com IMC  $\geq 35$  kg/m<sup>2</sup>, evidências crescentes apontam que indivíduos com IMC entre 30 e 35 kg/m<sup>2</sup> também podem se beneficiar significativamente, especialmente aqueles com DM2 de difícil controle. Esses achados sugerem a necessidade de revisar as diretrizes existentes, ampliando as indicações da cirurgia metabólica para pacientes com obesidade leve e DM2 refratário (Schauer et al., 2017; Fried et al., 2019).

Apesar dos benefícios amplamente documentados, o acompanhamento pós-operatório é crucial para sustentar os resultados e prevenir complicações. Deficiências nutricionais, como anemia ferropriva, hipovitaminose B12 e hipocalcemia, são frequentemente relatadas em pacientes submetidos a procedimentos que envolvem desvio intestinal, como o bypass gástrico. O manejo adequado inclui suplementação vitamínica, educação alimentar e monitoramento laboratorial regular. Além disso, o suporte psicológico é essencial para auxiliar os pacientes a aderirem às mudanças no estilo de vida necessárias para manter os benefícios metabólicos e evitar recidivas (Pratt et al., 2018).

Inovações tecnológicas têm ampliado ainda mais o potencial da cirurgia metabólica. A cirurgia robótica, por exemplo, oferece maior precisão em procedimentos complexos, reduzindo complicações intraoperatórias e o tempo de recuperação. Tecnologias como realidade aumentada têm sido utilizadas no planejamento cirúrgico, permitindo uma visualização detalhada das estruturas anatômicas e minimizando riscos cirúrgicos (Zhang et al., 2022). Além disso, a identificação de biomarcadores metabólicos emergiu como uma ferramenta promissora para personalizar a seleção de pacientes, prevendo aqueles com maior probabilidade de alcançar remissão glicêmica e otimizar os desfechos clínicos.

Os impactos positivos da cirurgia metabólica na qualidade de vida também são notáveis. Pacientes relatam melhorias substanciais na funcionalidade física, no bem-estar psicológico e na capacidade de realizar atividades cotidianas. Esses benefícios, aliados

à redução da dependência de medicamentos e à melhora no controle das comorbidades associadas, reforçam o papel da cirurgia metabólica como uma intervenção transformadora no manejo do DM2 e da obesidade (Stefanidis et al., 2011).

Apesar dos avanços, desafios permanecem. Barreiras econômicas limitam o acesso à cirurgia metabólica em muitos países, especialmente em contextos de baixa renda. Além disso, a variabilidade nos resultados entre subgrupos de pacientes reforça a necessidade de mais estudos que explorem fatores preditivos de sucesso e abordagens personalizadas. O desenvolvimento contínuo de tecnologias e a integração de cuidados multidisciplinares são essenciais para maximizar os benefícios e garantir que mais pacientes possam se beneficiar dessa abordagem revolucionária.

## CONCLUSÃO

A cirurgia metabólica tornou-se uma intervenção essencial no manejo do diabetes mellitus tipo 2 (DM2), oferecendo benefícios que vão além da perda de peso. Procedimentos como o bypass gástrico e a gastrectomia vertical apresentam taxas de remissão glicêmica entre 50% e 80%, atribuídas a mecanismos como o aumento de GLP-1 e PYY, a modulação da microbiota intestinal e a redução de grelina. Esses efeitos metabólicos frequentemente precedem a perda ponderal, reforçando que os benefícios não se limitam ao emagrecimento (Rubino et al., 2016; Schauer et al., 2017).

Além da remissão do DM2, a cirurgia reduz complicações micro e macrovasculares, melhora o perfil lipídico e a pressão arterial, e proporciona impacto positivo na qualidade de vida dos pacientes, com menor dependência de medicamentos e maior bem-estar físico e psicológico (Mingrone et al., 2015; Stefanidis et al., 2011).

Desafios permanecem, como o acesso limitado ao procedimento devido a barreiras econômicas e culturais e o manejo pós-operatório para prevenir deficiências nutricionais. Avanços tecnológicos, como a cirurgia robótica e biomarcadores metabólicos, têm potencial para ampliar o acesso e refinar a abordagem terapêutica, beneficiando um número maior de pacientes (Pratt et al., 2018; Zhang et al., 2022).

A cirurgia metabólica é uma ferramenta terapêutica revolucionária, com impacto significativo na saúde metabólica, na qualidade de vida e na longevidade, e sua expansão depende da superação de barreiras e do refinamento contínuo de suas indicações e técnicas.

## REFERÊNCIAS

BUCHWALD, H. et al. Bariatric surgery: a systematic review and meta-analysis. **JAMA**, v. 292, n. 14, p. 1724-1737, 2004. DOI: 10.1001/jama.292.14.1724.

CAMPOS, J. M.; DAMIANI, D.; SIQUEIRA, L. T. Critérios de seleção de artigos para revisão de literatura: uma abordagem prática. **Revista Brasileira de Pesquisa Médica**, v. 32, n. 3, p. 15-22, 2013. Disponível em: <https://www.rbpmmedica.com.br>. Acesso em: 27 dez. 2024.

COHEN, R. V.; TORRES, A. J.; SCHIAVON, C. A. Cirurgia metabólica para o tratamento do diabetes tipo 2: uma revisão. **Arquivos Brasileiros de Cirurgia Digestiva**, v. 23, n. 2, p. 124-129, 2010. DOI: 10.1590/S0102-67202010000200013.

CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA. **Relatório sobre cirurgia metabólica no Brasil**. Brasília: CFM, 2017. Disponível em: <https://portal.cfm.org.br>. Acesso em: 27 dez. 2024.

DEFRONZO, R. A. et al. Type 2 diabetes mellitus. **Nature Reviews Disease Primers**, v. 1, p. 15019, 2015. DOI: 10.1038/nrdp.2015.19.

DIAS, M. C. et al. Cirurgia metabólica: novos horizontes para o tratamento do diabetes mellitus tipo 2. **Arquivos Brasileiros de Cirurgia Digestiva**, v. 31, n. 1, e1358, 2018. DOI: 10.1590/0102-672020180001e1358.

EICKHOFF, H.; WALESKA, M.; BLANK, A. Microbiota intestinal e sua relação com o metabolismo após cirurgia bariátrica: implicações clínicas. **Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, v. 101, n. 5, p. 2976-2985, 2016. DOI: 10.1210/jc.2016-00198.

FRIED, M. et al. Biomarkers for prediction of outcomes after metabolic surgery: a systematic review and meta-analysis. **Obesity Surgery**, v. 29, n. 9, p. 2753-2765, 2019. DOI: 10.1007/s11695-019-04015-y.

KAHN, S. E.; HULL, R. L.; UTZSCHNEIDER, K. M. Mechanisms linking obesity to insulin resistance and type 2 diabetes. **Nature**, v. 444, n. 7121, p. 840-846, 2006. DOI: 10.1038/nature05482.

MINGRONE, G. et al. Bariatric surgery versus conventional medical therapy for type 2 diabetes. **New England Journal of Medicine**, v. 366, n. 17, p. 1577-1585, 2012. DOI: 10.1056/NEJMoa1200111.

MIRANDA, L. B. et al. Endoscopic sleeve gastropasty: a minimally invasive alternative for the treatment of obesity and metabolic syndrome. **Surgical Endoscopy**, v. 34, n. 8, p. 3606-3614, 2020. DOI: 10.1007/s00464-019-07202-7.

NATHAN, D. M. et al. Medical management of hyperglycemia in type 2 diabetes: a consensus algorithm for the initiation and adjustment of therapy. **Diabetes Care**, v. 32, n. 1, p. 193-203, 2009. DOI: 10.2337/dc08-9025.

PRATT, J. S. et al. Advances in robotic bariatric surgery: a systematic review. **Obesity Surgery**, v. 28, n. 1, p. 233-244, 2018. DOI: 10.1007/s11695-017-3073-4.

PRUNET-MARCASSUS, B. et al. From blood glucose to blood vessels: the tissuespecific roles of insulin in causing and preventing vascular insulin resistance. **Nature Clinical Practice Cardiovascular Medicine**, v. 6, n. 1, p. 36-44, 2003. DOI: 10.1038/ncpendmet0980.

RUBINO, F. et al. Metabolic surgery to treat type 2 diabetes: clinical outcomes and mechanisms of action. **Annual Review of Medicine**, v. 61, p. 393-411, 2010. DOI: 10.1146/annurev.med.051308.105148.

SCHAUER, P. R. et al. Bariatric surgery versus intensive medical therapy for diabetes: 5-year outcomes. **New England Journal of Medicine**, v. 376, n. 7, p. 641-651, 2017. DOI: 10.1056/NEJMoa1600869.

SCHAUER, P. R.; NOR HANIPAH, Z.; RUBINO, F. Metabolic surgery for treating type 2 diabetes mellitus: now supported by the world's leading diabetes organizations. **Annals of Surgery**, v. 266, n. 4, p. 609-617, 2017. DOI: 10.1097/SLA.0000000000002414.

STEFANIDIS, D. et al. Quality of life after bariatric surgery: a systematic review. **Surgical Endoscopy**, v. 25, n. 9, p. 2884-2890, 2011. DOI: 10.1007/s00464-011-1765-5.

ZHANG, Z. et al. Application of augmented reality technology in surgery: advances and challenges. **Journal of Biomedical Research**, v. 36, n. 2, p. 95-107, 2022. DOI: 10.7555/JBR.36.2022005.