

Artigo de Revisão

Técnicas Cirúrgicas Bariátricas e Ganho Metabólico

Metabolic Impact of Bariatric Surgery

 Celso Nabais^{1,2},  Nuno Borges^{1,2}, Leonor Manaças^{1,2}, Sara Vaz Rodrigues^{1,2},
 Inês Rego de Figueiredo^{1,2,3},  Anjum Dhanani^{4,2}, Filipa Paula^{4,2},  João Oliveira Torres^{1,2,5,6,7},
 José Silva-Nunes^{5,1,7,2},  António Albuquerque^{1,2}, Anabela Guerra^{1,2}

1. Centro de Responsabilidade Integrado do Tratamento Cirúrgico da Obesidade, ULS São José, Lisboa, Portugal
2. Centro Académico Clínico de Lisboa, Lisboa, Portugal
3. Egas Moniz School of Health and Science, Almada, Portugal
4. Serviço de Cirurgia, ULS São José, Lisboa, Portugal
5. Serviço de Endocrinologia, Diabetes e Metabolismo, ULS São José, Lisboa, Portugal
6. Faculdade de Medicina da Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal
7. NOVA Medical School, Lisboa, Portugal

Corresponding Author/Autor Correspondente:

Celso Nabais [celso.nabais@gmail.com]

Centro de Responsabilidade Integrado do Tratamento Cirúrgico da Obesidade, ULS São José

R. José António Serrano, 1150-199 Lisboa, Portugal

<https://doi.org/10.34635/rpc.1134>

RESUMO

A cirurgia bariátrica é a intervenção mais eficaz no tratamento da obesidade, permitindo uma perda ponderal sustentada, elevadas taxas de remissão da diabetes *mellitus* tipo 2, redução do risco cardiovascular e mortalidade. Este artigo de revisão aborda as principais técnicas cirúrgicas e enquadra os respetivos ganhos metabólicos, que se iniciam muito precocemente após cirurgia, e se mantêm a longo prazo. Os mecanismos fisiopatológicos associados, e que extrapolam os componentes restritivo e malabsortivo classicamente descritos, são sumariamente explanados neste artigo, e que incluem, a exclusão do intestino proximal, a chegada precoce dos nutrientes ao intestino distal, a modulação neuroendócrina e de hormonas reguladoras do apetite, as modificações no metabolismo dos ácidos biliares e no microbioma intestinal. Conclui-se, sublinhando que a escolha da técnica deve ser individualizada,

Received/Recebido: 29/10/2025 **Accepted/Acete:** 20/11/2025 **Published online/Publicado online:** 13/01/2026 **Published/Publicado:** 16/01/2026

© Author(s) (or their employer(s)) and Portuguese Journal of Surgery 2025. Re-use permitted under CC BY-NC 4.0. No commercial re-use.

© Autor(es) (ou seu(s) empregador(es)) e Revista Portuguesa de Cirurgia 2025. Reutilização permitida de acordo com CC BY-NC 4.0. Nenhuma reutilização comercial.

ponderando a eficácia metabólica que pode proporcionar, face ao risco de complicações cirúrgicas e nutricionais, e sempre no âmbito de um programa multidisciplinar.

Palavras-chave: Biomarcadores/metabolismo; Cirurgia Bariátrica; Diabetes Mellitus Tipo 2/cirurgia; Microbioma Gastrointestinal; Grelina/metabolismo; Peptídeo Semelhante ao Glucagon Tipo 1/metabolismo; Obesidade/cirurgia

ABSTRACT

Bariatric surgery is the most effective intervention in the treatment of obesity, allowing sustained weight loss, high rates of type 2 diabetes remission, and reduced cardiovascular risk and mortality. This review discusses the main surgical techniques and outlines the associated metabolic gains, which begin shortly after surgery and are maintained in the long term. The related pathophysiological mechanisms, which go beyond the classically described restriction and malabsorption, are briefly explained in this article and include proximal bowel exclusion, early arrival of nutrients in the distal bowel, neuroendocrine and appetite-regulating hormone modulation, and changes in bile acid metabolism and the gut microbiome. In conclusion, it is essential to emphasize that the choice of surgical technique must be individualized, considering the metabolic outcomes it can provide, the risks of surgical and nutritional complications, and always within the context of a multidisciplinary program.

Keywords: Bariatric Surgery; Biomarkers/metabolism; Diabetes Mellitus, Type 2/surgery; Gastrointestinal Microbiome; Ghrelin/metabolism; Glucagon-Like Peptide 1/metabolism; Obesity/surgery

INTRODUÇÃO

A obesidade é uma doença crónica, multifatorial e progressiva, reconhecida pela Organização Mundial da Saúde como uma epidemia global, afetando mais de 650 milhões de adultos em todo o mundo. Está associada a um aumento substancial da mortalidade e morbilidade, sobretudo pela forte ligação a doenças como diabetes *mellitus* tipo 2 (DM2), dislipidemia, hipertensão arterial (HTA), síndrome de apneia obstrutiva do sono, doença hepática associada à disfunção metabólica e várias neoplasias.^{1,2}

Apesar dos avanços nas estratégias conservadoras, incluindo intervenção nutricional, atividade física e terapêutica farmacológica, a manutenção da perda ponderal e do controlo metabólico a longo prazo continua a ser um desafio. Os ensaios clínicos demonstram que a maioria dos doentes apresenta reganho de peso significativo após intervenções comportamentais intensivas, e mesmo as novas terapias farmacológicas de elevada eficácia ainda carecem de dados robustos de segurança e durabilidade além de cinco anos.¹

Desde a introdução do bypass jejunioileal por Kremer em 1954, numa tentativa de induzir má absorção lipídica com o objetivo de tratamento de dislipidemias graves, tem-se explorado a manipulação da anatomia gastrointestinal em órgãos sem doença macroscópica para obter tratamento de doenças metabólicas, para as quais não existia tratamento

médico eficaz a longo prazo. A evolução das técnicas cirúrgicas e o aprofundamento do conhecimento fisiopatológico culminaram na moderna cirurgia bariátrica metabólica, como a intervenção mais eficaz no tratamento da pessoa com obesidade grave e suas complicações. Estudos observacionais e ensaios clínicos randomizados documentam perda ponderal sustentada de 25%–35% do peso corporal e taxas de remissão ou melhoria significativa da DM2 em até 80% dos doentes.^{3,4} Documenta-se também, evidência consistente na redução do risco cardiovascular, diminuição da mortalidade por todas as causas e melhoria da qualidade de vida.²

MECANISMOS METABÓLICOS NA CIRURGIA BARIÁTRICA

Embora inicialmente concebidos como procedimentos essencialmente restritivos ou malabsortivos, os mecanismos responsáveis pelos benefícios metabólicos da cirurgia bariátrica vão muito além da limitação da ingestão calórica ou da redução da absorção de nutrientes. Observa-se frequentemente uma melhoria rápida do controlo glicémico logo nos primeiros dias após intervenções como o bypass gástrico, antes que ocorra perda ponderal relevante, sugerindo a implicação de outros mecanismos fisiopatológicos.^{4,5} Os mecanismos propostos para explicar os benefícios metabólicos precoces e sustentados envolvem alterações anatómicas, hormonais, intestinais, inflamatórias e neuroendócrinas (Fig. 1).



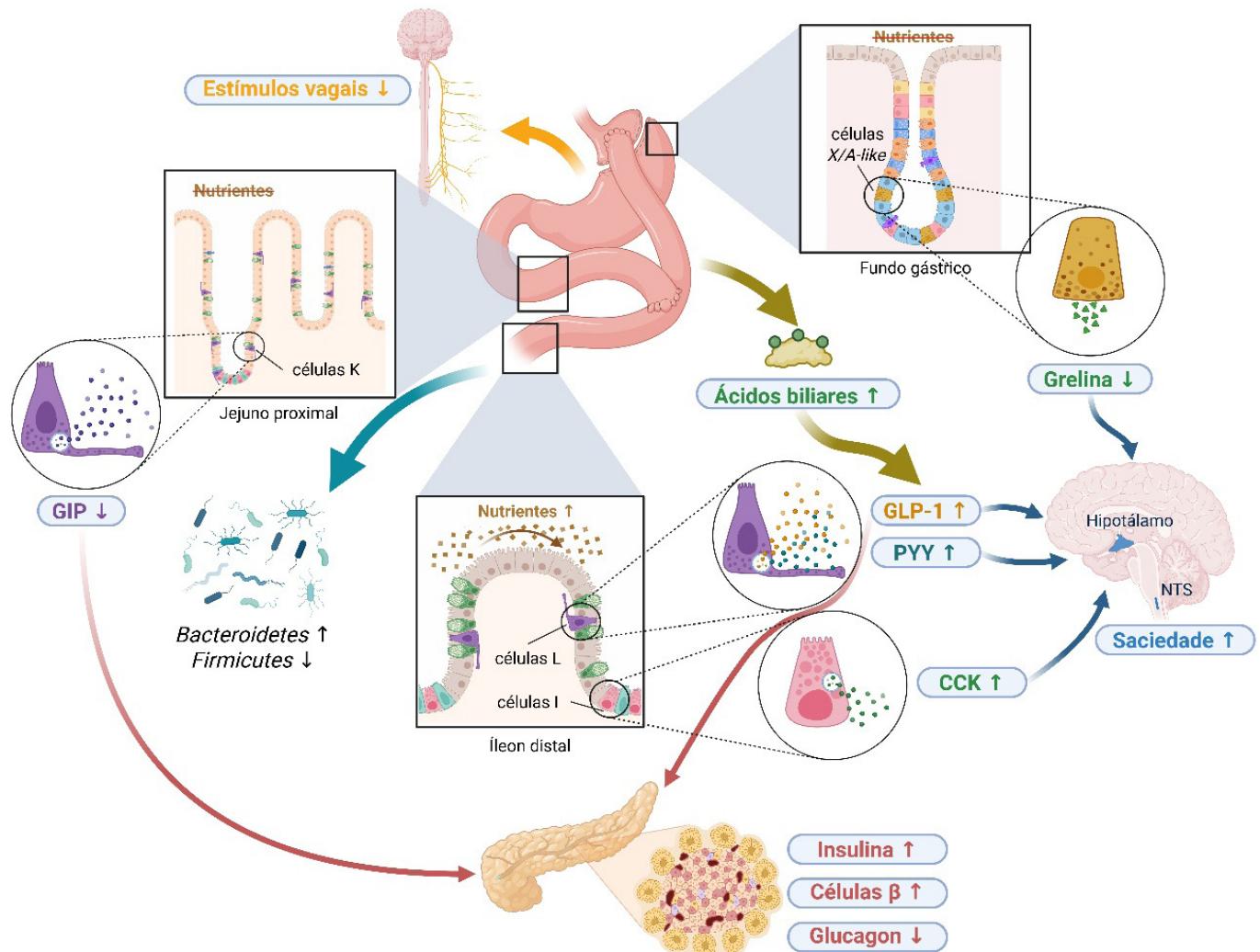


Figura 1 – Mecanismos metabólicos na cirurgia bariátrica.

Reproduzido com autorização: Created in BioRender. Nabais C. (2025) <https://BioRender.com/p0uypxj>

1. MODULAÇÃO DA FUNÇÃO ENDÓCRINA DO INTESTINO

1.1. HIPÓTESE DO FOREGUT

A exclusão do duodeno e jejuno proximal à passagem de nutrientes previne a liberação de fatores "diabetogénicos", também chamados de inibição do efeito anti-incretina, e que interfere com a homeostase glucídica.^{5,6} Uma das hormonas que poderá ter um papel neste processo é o glucose-dependent insulinotropic polypeptide (GIP), secretado pelas células K presentes no duodeno e jejuno proximal em resposta à passagem de nutrientes. A sua liberação encontra-se diminuída após cirurgias que excluem a passagem de nutrientes pelo intestino proximal. A redução do GIP está potencialmente associada a uma melhoria do metabolismo glicídico e lipídico.⁷⁻⁹

1.2 HIPÓTESE DO HINDGUT

A chegada precoce de nutrientes ao íleon distal e cólon promove a secreção aumentada de hormonas incretinas pelas células L, nomeadamente, o peptídeo-1 semelhante ao glucagon (GLP-1) e o peptídeo YY (PYY) [4-6]. O GLP-1 é um potente estimulador da secreção de insulina induzida pela glicose, inibidor da secreção de glucagon e redutor do apetite.¹⁰⁻¹² Constatou-se que a secreção pós-prandial de GLP-1 está aumentada em cirurgias metabólicas como o sleeve gástrico (SG), o bypass gástrico em Y de Roux (RYGB), a derivação biliopancreática com switch duodenal (BPD-DS), o bypass gástrico de anastomose única (OAGB) ou o bypass duodenointestinal de anastomose única com sleeve (SADI-S).^{4,5,10-14} O PYY está também associado a uma melhor resposta à insulina, além de contribuir na saciedade.^{4,10,12,14} Outras

hormonas como a colecistocinina (CCK) e a oxintomodulina apresentam também uma secreção aumentada contribuindo para a saciedade a curto prazo.^{4,12,13}

2. HORMONAS REGULADORAS DO APETITE

2.1. GRELINA

A grelina, produzida principalmente no fundo gástrico, estimula o apetite e inibe a secreção de insulina. A sua diminuição, quer pela remoção de tecido (como no SG), quer pela exclusão do fundo gástrico (como no RYGB ou OAGB), contribui para a redução da ingestão alimentar e estimula a secreção de insulina induzida pela glicose.^{4,10-12,15}

2.2. EIXO SOMATOTRÓFICO

A obesidade, nomeadamente a adiposidade visceral, contribui significativamente para a alteração deste eixo, verificando-se redução dos níveis de hormona de crescimento e do fator de crescimento tipo 1 semelhante à insulina (IGF-1). A cirurgia bariátrica permite que estas alterações sejam revertidas, normalizando este eixo.^{4,16,17}

3. REGULAÇÃO NEUROENDÓCRINA CENTRAL

Muitos dos mecanismos hormonais já anteriormente relatados estão implicados na regulação da saciedade pelas aferências que promovem no hipotálamo e no núcleo do trato solitário (NTS), no tronco cerebral. A alteração dos estímulos vagais após cirurgia bariátrica contribui também para esta regulação no NTS. Estas duas áreas cerebrais são centrais no controlo do apetite e da saciedade, indiretamente moduladas pela cirurgia bariátrica e cruciais para o sucesso a longo prazo.^{4,15,18}

4. METABOLISMO DOS ÁCIDOS BILIARES

Os procedimentos cirúrgicos bariátricos, pela aceleração do trânsito gastrointestinal que promovem, contribuem para a alteração da circulação entero-hepática dos ácidos biliares. A concentração plasmática destes encontra-se aumentada, conduzindo à ativação de receptores nucleares específicos, como o *Farnesoid X receptor* (FXR) e o *Takeda G protein-coupled receptor 5* (TGR5). Estes receptores modulam o metabolismo glicídico e lipídico e estimulam a secreção de incretininas, que por sua vez melhoram o controlo glicémico e a regulação do apetite.^{11,19}

5. MICROBIOMA INTESTINAL

Múltiplos estudos mostram, consistentemente, uma alteração da composição microbiana intestinal na obesidade, nomeadamente o aumento da relação de *Firmicutes/Bacteroidetes* e diminuição da diversidade bacteriana. Esta modificação do microbioma pode estar associada a hábitos alimentares ricos em gordura e conduz a uma maior extração

energética dos alimentos e produção aumentada de ácidos gordos de cadeia curta. Influencia também o estado pró-inflamatório do organismo.²⁰⁻²²

A cirurgia bariátrica tem um impacto muito significativo no microbioma dos indivíduos com obesidade, alterações que acontecem ainda antes de uma perda ponderal significativa. A diversidade bacteriana aumenta, e mais expressivamente nos phyla *Bacteroidetes* e *Proteobacteria*. Por outro lado, ocorre uma diminuição de *Firmicutes*. A cirurgia bariátrica contribui, portanto, para a reversão da disbiose associada à obesidade.^{4,12,13,21}

6. EFEITOS ANTI-INFLAMATÓRIOS

A modulação hormonal anteriormente mencionada, a diminuição da adiposidade visceral e a modificação do microbioma intestinal proporcionados pela cirurgia bariátrica, contribuem para uma melhoria do metabolismo glicídico e lipídico, que direta ou indiretamente são responsáveis pela diminuição de citocinas pró-inflamatórias e proteínas de fase aguda e, portanto, na redução da inflamação crónica de baixo grau que caracteriza a obesidade.^{12,23,24}

TÉCNICAS CIRÚRGICAS BARIÁTRICAS

Os procedimentos cirúrgicos bariátricos mais realizados atualmente são: SG, RYGB e OAGB.²⁵ Outros procedimentos também reconhecidos e realizados a nível mundial a considerar são: BPD-DS e SADI-S. Seguidamente, pretende-se pormenorizar os resultados metabólicos de cada uma destas cirurgias.

1. SLEEVE GÁSTRICO

A gastrectomia vertical calibrada ou SG, é, atualmente, a cirurgia bariátrica mais realizada a nível mundial. É uma técnica amplamente reconhecida não só pela sua eficácia na perda de peso, como também na melhoria das doenças associadas à obesidade.^{3,25}

A perda de peso total (TWL) pode atingir os 28,2% a um ano e os 20,5% a 5 anos ou mais após cirurgia.^{3,26} Outro dos parâmetros muito usados na literatura para aferir os resultados pós-cirúrgicos é a perda de excesso de peso (EWL). Esta técnica apresenta uma EWL média de 56,1% a 1 ano e 50,7% a 5 anos ou mais após a cirurgia.^{26,27}

As alterações anatómicas resultantes desta técnica cirúrgica conduzem a três efeitos diretos que estão implicados, consequentemente, em mecanismos metabólicos que são atualmente conhecidos – remoção de fundo gástrico; aceleração do esvaziamento gástrico; alteração do padrão alimentar.¹²



A remoção de fundo gástrico que ocorre no SG reduz exponencialmente os níveis de grelina no organismo, uma vez que a sua produção é maioritariamente realizada a este nível, nas glândulas oxínticas, pelas células endócrinas X/A-like produtoras de grelina.²⁸ A diminuição desta hormona tem um efeito favorável na regulação do apetite / saciedade e na secreção de insulina, como já anteriormente referido.^{11,12}

Por outro lado, a aceleração do esvaziamento gástrico e a inerente chegada rápida dos nutrientes ao intestino distal estão de acordo com o modelo do *hindgut* e seus efeitos metabólicos já previamente descritos. De igual modo, também se verificam as modificações já mencionadas no metabolismo dos ácidos biliares.^{5,11,12}

Por último, a alteração do padrão alimentar causada pela cirurgia bariátrica potencia muitos dos mecanismos metabólicos já enunciados, assim como estes promovem a sustentação dessas alterações alimentares.²⁹ Esta modificação nos hábitos alimentares é também, provavelmente, responsável pela recuperação do microbioma alterado pela obesidade.²⁰

O SG proporciona, portanto, benefícios metabólicos significativos, sendo eficaz no controlo ou remissão de patologias como a DM2, HTA, dislipidemia ou a doença hepática esteatósica / esteato-hepatite associadas à disfunção metabólica (MASLD / MASH).

A taxa de remissão completa da DM2 a longo prazo (5 anos) atinge 55,6% de acordo com o estudo *SleeveBypass*.³⁰ Uma vez que a melhoria no metabolismo glicídico se verifica logo nos primeiros dias após cirurgia, sem perda ponderal significativa, tal reforça a importância dos mecanismos metabólicos anteriormente referidos. A HTA pode normalizar em 41,4% dos doentes (aos 5 anos pós-operatório), sendo que 18% se mantêm em remissão mesmo após reganho ponderal.^{13,30} No que respeita à remissão da dislipidemia, observa-se uma taxa média de 42,3% após cinco anos de cirurgia.³⁰ Vários estudos mostram que a cirurgia bariátrica é mais eficaz no tratamento da MASH que apenas modificações no estilo de vida. O estudo BRAVES aponta para uma resolução histológica da MASH, após um ano de SG, que atinge os 57%.^{3,31}

2. BYPASS GÁSTRICO EN Y DE ROUX

O RYGB é uma das cirurgias bariátricas mais antigas descritas, referência em toda a literatura, e atualmente, ainda é a segunda técnica mais realizada a nível mundial,²⁵ o que traduz a sua eficácia e segurança.

Este procedimento proporciona uma TWL de 26,8% e EWL de 66,6% a 5 anos ou mais após cirurgia, valores que superam os encontrados para o SG no mesmo estudo.²⁶

Todos os mecanismos metabólicos, já anteriormente enunciados, estão implicados nesta técnica cirúrgica, em consequência das alterações anatómicas realizadas, indo muito além das clássicas componentes restritivas e malabsortivas que durante muito tempo foram justificação para os seus resultados.

Assim, o RYGB tem apresentado, de forma consistente na literatura, taxas elevadas de remissão ou controlo das várias patologias associadas à obesidade, o que se traduz num perfil metabólico mais favorável e numa redução dos fatores de risco cardiovascular. Como consequência desta melhoria do perfil metabólico, a longo prazo verifica-se uma diminuição significativa da mortalidade global, podendo atingir os 40%.^{4,32,33}

A taxa de remissão completa da DM2 a 5 anos, ainda que muito heterogénea entre os estudos, a rondar os 50% a 70%, no estudo *SleeveBypass* atingiu 56,5%.^{4,30,34} No que respeita à hemoglobina glicada (HbA1c), para o objetivo de ≤6%, o estudo STAMPEDE mostrou que 28,6% dos doentes submetidos a RYGB o atingiam aos 5 anos pós-cirurgia. Outra variável pertinente que mostra a eficácia desta modalidade de tratamento quando comparada com tratamento médico intensivo é a redução média dos valores de HbA1c, de 2,1% na modalidade cirúrgica e de 0,3% na modalidade médica.³⁵

De igual modo, também o estudo *SleeveBypass* mostra uma resolução da HTA que atinge 51,8% e da dislipidemia em 56,9% aos 5 anos de seguimento após cirurgia.³⁰ Com a redução dos fatores de risco cardiovascular, verifica-se, em consequência, também uma redução expressiva do risco de doença arterial coronária, eventos cardiovasculares e insuficiência cardíaca.³⁶⁻³⁸ Por último, é também de salientar que a resolução histológica da MASH após um ano de RYGB é semelhante à do SG, de acordo com o estudo BRAVES.^{3,31}

3. DERIVAÇÃO BILIOPANCREÁTICA COM SWITCH DUODENAL

A BPD-DS é uma técnica que sofreu, desde a sua conceção, várias transformações até chegar tal como hoje é conhecida, tendo surgido como alternativa ao RYGB, em doentes com obesidade mais grave.³⁹ A maior eficácia de resultados é, no entanto, contrabalançada por um maior risco de complicações pós-operatórias e défices nutricionais.⁴



A perda de peso e manutenção de peso perdido nesta técnica são significativas, e é considerada como a mais eficaz entre as cirurgias bariátricas atualmente estabelecidas. A EWL pode atingir os 70,9% a 5 anos e aos 10 anos após cirurgia manter estabilizada essa taxa em 68,9%.⁴⁰⁻⁴² Este efeito verifica-se mesmo nos doentes com índice de massa corporal (IMC) > 50 kg/m² e amplificado quando comparado com doentes submetidos a RYGB, como demonstrado por Prachand et al.^{43,44}

Os mecanismos metabólicos envolvidos são os já anteriormente referidos, exponenciados por uma chegada ainda mais rápida dos nutrientes ao intestino distal (a ansa comum é de menores dimensões relativamente ao RYGB). A componente malabsortiva é também superior nesta cirurgia.

A remissão da DM2 é marcadamente elevada, com muitos estudos a demonstrar taxas de resolução >90%. No estudo de Marceau et al. a remissão completa da DM2, num seguimento médio de 10 anos, foi de 93,4% com uma recorrência de 4,4%.⁴² Este estudo mostrou, também, uma taxa de remissão da HTA de 64% e da dislipidemia de 80% no mesmo período temporal.⁴² No que respeita à resolução ou melhoria histológica da MASH, não se encontram estudos robustos, mas no trabalho publicado por Keshishian et al constatou-se pelo menos uma melhoria histológica em 60%.⁴⁵

4. BYPASS GÁSTRICO DE ANASTOMOSE ÚNICA

O OAGB é uma cirurgia mais recente, que tem ganho grande popularidade nos últimos anos, sendo atualmente a terceira cirurgia bariátrica mais realizada a nível mundial.²⁵ A sua popularidade está relacionada com uma maior simplicidade técnica e, por inerência, menor taxa de complicações pós-operatórias, mas sem comprometer resultados, apresentando, inclusivamente, taxas superiores de perda ponderal e de remissão de patologia associada.⁴⁶

A TWL para esta técnica atinge 29,1% a 10 anos após cirurgia e a EWL é de 75,8% a 5 anos, resultados que superam o SG ou o RYGB.⁴⁶

Os mecanismos metabólicos conhecidos, implicados nesta cirurgia já foram anteriormente explanados. Releva-se a importância do tamanho da ansa biliopancreática, superior à utilizada no RYGB e, provavelmente, uma das explicações para uma maior potenciação dos efeitos incretínicos.

A remissão completa da DM2 a 5 ou mais anos pós-cirurgia é de 86,4%, de acordo com a mais recente e maior revisão sistemática realizada por Musella et al, que sublinha ainda a

consistência deste valor entre estudos.⁴⁷ Os valores de HbA1c reduzem em média 2,2% aos 3 anos de pós-operatório.⁴⁸ A taxa de remissão da HTA situa-se em 71,6% e a dislipidemia em 81,7%.⁴⁷ Estes resultados são significativamente superiores a técnicas como o SG ou o RYGB, e vêm confirmar uma maior eficácia metabólica desta cirurgia. Por último, relativamente aos efeitos desta técnica cirúrgica na MASH, ainda não existe evidência suficiente. Contudo, um estudo prospectivo mostrou uma taxa de melhoria histológica de 79,1% e resolução em 41,7% dos doentes, 15 meses após cirurgia.⁴⁹

5. BYPASS DUODENOILEAL DE ANASTOMOSE ÚNICA COM SLEEVE

O SADI-S é uma evolução da BPD-DS concebido para simplificar a técnica e reduzir complicações, mantendo, no entanto, a eficácia na perda de peso e no controlo metabólico.⁵⁰ Este procedimento, por ser mais recente que os descritos anteriormente e, portanto, apresentar menor recuo nos estudos a longo prazo, é aquele cujos resultados devem ser interpretados com maior prudência, pela inerente menor robustez estatística.

A TWL a 5 anos atinge os 33,7% e a EWL é de 72,9% no mesmo período, de acordo com a revisão sistemática de Sanchez-Cordero et al para o SADI-S.⁵¹ Estes valores são superiores a técnicas como o SG ou o RYGB, mas similares à BPD-DS ou ao OAGB.

O SADI-S não difere das técnicas anteriores descritas, no que respeita aos mecanismos metabólicos envolvidos e já explicitados no início desta revisão.

A DM2 atinge taxas de remissão nesta cirurgia de 81,2%, numa média de seguimento de 29 meses, e de 80,5% na revisão sistemática anteriormente citada com seguimento a 5 anos.^{51,52} A redução média de HbA1c varia entre 2,0% e 2,18% aos 5 anos após cirurgia de acordo com alguns estudos.^{52,53} No que respeita à HTA verifica-se remissão em 71,1% dos doentes, enquanto na dislipidemia pode atingir 70,5%, ambas as patologias analisadas num seguimento a 5 anos.⁵¹ Estes resultados, mais uma vez, estão em linha com as técnicas de BPD-DS e OAGB, e significativamente superiores aos encontrados no SG e RYGB. Não foram encontrados estudos relativos ao efeito desta cirurgia na MASH.

Os resultados metabólicos das cirurgias anteriormente mencionadas encontram-se sistematizados na tabela seguinte (Tabela 1).



Tabela 1 – Resultados a 5 anos para as várias técnicas cirúrgicas.

	SG	RYGB	BPD-DS	OAGB	SADI-S
EWL – média (%)	50,7	66,6	70,9	75,8	72,9
Remissão de doenças metabólicas – média (%)					
DM2	55,6	56,5	93,4	86,4	80,5
HTA	41,4	51,8	64	71,6	71,1
Dislipidemia	42,3	56,9	80	81,7	70,5
MASH – melhoria histológica	57	56	60	79,1	-

CONCLUSÃO

A cirurgia bariátrica é, atualmente, a intervenção mais eficaz no tratamento da obesidade e doenças associadas, permitindo uma perda ponderal sustentada e a remissão de doenças metabólicas, como a DM2. Os benefícios clínicos decorrem de mecanismos multifatoriais, que vão muito além dos efeitos classicamente conhecidos – restritivo e malabsortivo. Diversos mecanismos metabólicos têm vindo a ser propostos: a exclusão do intestino proximal (hipótese do *foregut*), a chegada precoce dos nutrientes ao intestino distal (hipótese do *hindgut*) e inerente aumento da secreção de incretinas, a modulação neuroendócrina e de hormonas reguladoras do ciclo saciedade / apetite, as modificações no metabolismo dos ácidos biliares, a recuperação do microbioma intestinal “saudável” – todos contributos para uma melhoria do metabolismo glicídico, lipídico e redução da inflamação crónica de baixo grau. Estes benefícios metabólicos começam a verificar-se ainda antes de uma perda ponderal significativa.

Do ponto de vista técnico, procedimentos como o SG, o RYGB, a BPD-DS, o OAGB e o SADI-S partilham mecanismos fisiopatológicos comuns, mas apresentam diferenças substanciais na sua eficácia, quer de perda ponderal, quer nos benefícios metabólicos associados. Apesar do SG e RYGB serem atualmente os procedimentos mais realizados a nível mundial, cirurgias mais malabsortivas, como a BPD-DS, o OAGB e o SADI-S têm demonstrado a longo prazo uma eficácia metabólica superior.

As técnicas cirúrgicas bariátricas são assim uma ferramenta crucial, que proporcionam resultados clinicamente expressivos na remissão de doenças metabólicas, justificando o seu papel na redução do risco cardiometabólico e mortalidade associada à obesidade. A escolha da técnica cirúrgica deve ser, no entanto, individualizada e integrada num programa multidisciplinar, ponderando a eficácia metabólica face ao risco de complicações cirúrgicas e de défices nutricionais.

ETHICAL DISCLOSURES

Conflicts of Interest: The authors have no conflicts of interest to declare.

Financial Support: This work has not received any contribution grant or scholarship.

Provenance and Peer Review: Not commissioned; externally peer-reviewed.

RESPONSABILIDADES ÉTICAS

Conflitos de Interesse: Os autores declaram a inexistência de conflitos de interesse.

Apoio Financeiro: Este trabalho não recebeu qualquer subsídio, bolsa ou financiamento.

Proveniência e Revisão por Pares: Não solicitado; revisão externa por pares.

CONTRIBUTORSHIP STATEMENT

CN: Coordination, writing, bibliographic research, revision.

NB, LM, SVR, IRF, AD, FP, and JOT: Writing and bibliographic research.

JSN: Coordination and revision.

AA and AG: Revision.

All authors approved the final version to be published.

DECLARAÇÃO DE CONTRIBUIÇÃO

CN: Coordenação, redação, pesquisa bibliográfica, revisão.

NB, LM, SVR, IRF, AD, FP e JOT: Redação e pesquisa bibliográfica.

JSN: Coordenação e revisão.

AA e AG: Revisão.

Todos os autores aprovaram a versão final a ser publicada.

REFERÊNCIAS

1. Perdomo CM, Cohen RV, Sumithran P, Clément K, Frühbeck G. Contemporary medical, device, and surgical therapies for obesity in adults. *Lancet.* 2023;401:1116–30. doi:10.1016/S0140-6736(22)02403-5.
2. Rajabi MR, Rezaei M, Abdollahi A, Gholi Z, Mokhber S, Mohammadi-Farsani G, et al. Long-term systemic effects of metabolic bariatric surgery: A multidisciplinary perspective. *Heliyon.* 2024;10. doi:10.1016/j.heliyon.2024.e34339.
3. Courcoulas AP, Daigle CR, Arterburn DE. Long term outcomes of metabolic/bariatric surgery in adults. *BMJ.* 2023;383:e071027. doi:10.1136/bmj-2022-071027.
4. Cornejo-Pareja I, Clemente-Postigo M, Tinahones FJ. Metabolic and Endocrine Consequences of Bariatric Surgery. *Front Endocrinol.* 2019;10:626. doi:10.3389/fendo.2019.00626.
5. Knop FK, Taylor R. Mechanism of Metabolic Advantages After Bariatric Surgery. *Diabetes Care.* 2013;36:S287–91. doi:10.2337/dc13-2032.
6. Oh TJ, Ahn CH, Cho YM. Contribution of the distal small intestine to metabolic improvement after bariatric/metabolic surgery: Lessons from ileal transposition surgery. *J Diabetes Investig.* 2016;7:94–101. doi:10.1111/jdi.12444.
7. Gao Z, Yang J, Liang Y, Yang S, Zhang T, Gong Z, et al. Changes in Gastric Inhibitory Polypeptide (GIP) After Roux-en-Y Gastric Bypass in Obese Patients: a Meta-analysis. *Obes Surg.* 2022;32:2706–16. doi:10.1007/s11695-022-05959-4.
8. McCarty TR, Jirapinyo P, Thompson CC. Effect of Sleeve Gastrectomy on Ghrelin, GLP-1, PYY, and GIP Gut Hormones: A Systematic Review and Meta-analysis. *Ann Surg.* 2020;272:72–80. doi:10.1097/SLA.0000000000003614.
9. Widjaja J, Chu Y, Yang J, Wang J, Gu Y. Can we abandon foregut exclusion for an ideal and safe metabolic surgery? *Front Endocrinol.* 2022;13. doi:10.3389/fendo.2022.1014901.
10. Cummings DE, Cohen RV. Bariatric/Metabolic Surgery to Treat Type 2 Diabetes in Patients With a BMI <35 kg/m². *Diabetes Care.* 2016;39:924–33. doi:10.2337/dc16-0350.
11. Pucci A, Batterham RL. Mechanisms underlying the weight loss effects of RYGB and SG: similar, yet different. *J Endocrinol Invest.* 2019;42:117–28. doi:10.1007/s40618-018-0892-2.
12. Wang R, Mijiti S, Xu Q, Liu Y, Deng C, Huang J, et al. The Potential Mechanism of Remission in Type 2 Diabetes Mellitus After Vertical Sleeve Gastrectomy. *Obes Surg.* 2024;34:3071–83. doi:10.1007/s11695-024-07378-z.
13. Arble DM, Evers SS, Bozadjieva N, Frikke-Schmidt H, Myronovych A, Lewis A, et al. Metabolic comparison of one-anastomosis gastric bypass, single-anastomosis duodenal-switch, Roux-en-Y gastric bypass, and vertical sleeve gastrectomy in rat. *Surg Obes Relat Dis.* 2018;14:1857–67. doi:10.1016/j.sobrd.2018.08.019.
14. Elias K, Webb D-L, Diaz Tartera HO, Hellström PM, Sundbom M. Impact of biliopancreatic diversion with duodenal switch on glucose homeostasis and gut hormones and their correlations with appetite. *Surg Obes Relat Dis.* 2022;18:1392–8. doi:10.1016/j.sobrd.2022.08.010.
15. Ochner CN, Kwok Y, Conceição E, Pantazatos SP, Puma LM, Carnell S, et al. Selective reduction in neural responses to high calorie foods following gastric bypass surgery. *Ann Surg.* 2011;253:502–7. doi:10.1097/SLA.0b013e318203a289.
16. Camastra S, Manco M, Frascerra S, Iaconelli A, Mingrone G, Ferrannini E. Daylong pituitary hormones in morbid obesity: effects of bariatric surgery. *Int J Obes.* 2009;33:166–72. doi:10.1038/ijo.2008.226.
17. Mancini MC, Costa AP, de Melo ME, Cercato C, Giannella-Neto D, Garrido AB, et al. Effect of gastric bypass on spontaneous growth hormone and ghrelin release profiles. *Obesity.* 2006;14:383–7. doi:10.1038/oby.2006.51.
18. Martinou E, Stefanova I, Iosif E, Angelidi AM. Neurohormonal Changes in the Gut-Brain Axis and Underlying Neuroendocrine Mechanisms following Bariatric Surgery. *Int J Mol Sci.* 2022;23:3339. doi:10.3390/ijms23063339.
19. Marciak C, Chávez-Talavera O, Caiazzo R, Hubert T, Zubiaga L, Baud G, et al. Characterization of one anastomosis gastric bypass and impact of biliary and common limbs on bile acid and postprandial glucose metabolism in a minipig model. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2021;320:E772–83. doi:10.1152/ajpendo.00356.2020.
20. Aron-Wisnewsky J, Doré J, Clement K. The importance of the gut microbiota after bariatric surgery. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol.* 2012;9:590–8. doi:10.1038/nrgastro.2012.161.
21. Zhang H, DiBaise JK, Zuccolo A, Kudrna D, Braidotti M, Yu Y, et al. Human gut microbiota in obesity and after gastric bypass. *Proc Natl Acad Sci.* 2009;106:2365–70. doi:10.1073/pnas.0812600106.
22. Georgiou K, Belev NA, Koutouratsas T, Katifelis H, Gazouli M. Gut microbiome: Linking together obesity, bariatric surgery and associated clinical outcomes under a single focus. *World J Gastrointest Pathophysiol.* 2022;13:59–72. doi:10.4291/wjgp.v13.i3.59.
23. Neff KJH, le Roux CW. Bariatric surgery: a best practice article. *J Clin Pathol.* 2013;66:90–8. doi:10.1136/jclinpath-2012-200798.
24. Villarreal-Calderon JR, Cuellar-Tamez R, Castillo EC, Luna-Ceron E, García-Rivas G, Elizondo-Montemayor L. Metabolic shift precedes



- the resolution of inflammation in a cohort of patients undergoing bariatric and metabolic surgery. *Sci Rep.* 2021;11:12127. doi: 10.1038/s41598-021-91393-y.
25. Angrisani L, Santonicola A, Iovino P, Palma R, Kow L, Prager G, et al. IFSO Worldwide Survey 2020–2021: Current Trends for Bariatric and Metabolic Procedures. *Obes Surg.* 2024;34:1075–85. doi:10.1007/s11695-024-07118-3.
 26. Monteiro Delgado L, Fabretina de Souza V, Fontel Pompeu B, de Moraes Ogawa T, Pereira Oliveira H, Sacksida Valladão V da C, et al. Long-Term Outcomes in Sleeve Gastrectomy versus Roux-en-Y Gastric Bypass: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Trials. *Obes Surg.* 2025;35:3246–57. doi:10.1007/s11695-025-08044-8.
 27. Fischer L, Hildebrandt C, Bruckner T, Kenngott H, Linke GR, Gehrig T, et al. Excessive Weight Loss after Sleeve Gastrectomy: A Systematic Review. *Obes Surg.* 2012;22:721–31. doi:10.1007/s11695-012-0616-1.
 28. Müller TD, Nogueiras R, Andermann ML, Andrews ZB, Anker SD, Argente J, et al. Ghrelin. *Mol Metab.* 2015;4:437–60. doi:10.1016/j.molmet.2015.03.005.
 29. Behary P, Miras AD. Food preferences and underlying mechanisms after bariatric surgery. *Proc Nutr Soc.* 2015;74:419–25. doi:10.1017/S0029665115002074.
 30. Biter LU, 't Hart JW, Noordman BJ, Smulders JF, Nienhuijs S, Dunkelgrün M, et al. Long-term effect of sleeve gastrectomy vs Roux-en-Y gastric bypass in people living with severe obesity: a phase III multicentre randomised controlled trial (SleeveBypass). *Lancet Reg Health Eur.* 2024;38:100836. doi:10.1016/j.lanepe.2024.100836.
 31. Verrastro O, Panunzi S, Castagneto-Gissey L, De Gaetano A, Lembo E, Capristo E, et al. Bariatric-metabolic surgery versus lifestyle intervention plus best medical care in non-alcoholic steatohepatitis (BRAVES): a multicentre, open-label, randomised trial. *Lancet.* 2023;401:1786–97. doi:10.1016/S0140-6736(23)00634-7.
 32. Adams TD, Gress RE, Smith SC, Halverson RC, Simper SC, Rosamond WD, et al. Long-Term Mortality after Gastric Bypass Surgery. *N Engl J Med.* 2007;357:753–61. doi:10.1056/NEJMoa066603.
 33. Kim J, Eisenberg D, Azagury D, Rogers A, Campos GM. American Society for Metabolic and Bariatric Surgery position statement on long-term survival benefit after metabolic and bariatric surgery. *Surg Obes Relat Dis Off J Am Soc Bariatr Surg.* 2016;12:453–9. doi:10.1016/j.sobard.2015.11.021.
 34. McTigue KM, Wellman R, Nauman E, Anau J, Coley RY, Odor A, et al. Comparing the 5-Year Diabetes Outcomes of Sleeve Gastrectomy and Gastric Bypass: The National Patient-Centered Clinical Research Network (PCORNNet) Bariatric Study. *JAMA Surg.* 2020;155:e200087. doi:10.1001/jamasurg.2020.0087.
 35. Schauer PR, Bhatt DL, Kirwan JP, Wolski K, Aminian A, Brethauer SA, et al. Bariatric Surgery versus Intensive Medical Therapy for Diabetes — 5-Year Outcomes. *N Engl J Med.* 2017;376:641–51. doi:10.1056/NEJMoa1600869.
 36. Chandrakumar H, Khatun N, Gupta T, Graham-Hill S, Zhyvotovska A, McFarlane SI. The Effects of Bariatric Surgery on Cardiovascular Outcomes and Cardiovascular Mortality: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Cureus.* 2023;15:e34723. doi:10.7759/cureus.34723.
 37. Lundberg CE, Björck L, Adiels M, Lagergren J, Rosengren A. Risk of Myocardial Infarction, Ischemic Stroke, and Mortality in Patients Who Undergo Gastric Bypass for Obesity Compared With Nonoperated Obese Patients and Population Controls. *Ann Surg.* 2023;277:275–83. doi:10.1097/SLA.00000000000005054.
 38. Benotti PN, Wood GC, Carey DJ, Mehra VC, Mirshahi T, Lent MR, et al. Gastric Bypass Surgery Produces a Durable Reduction in Cardiovascular Disease Risk Factors and Reduces the Long-Term Risks of Congestive Heart Failure. *J Am Heart Assoc Cardiovasc Cerebrovasc Dis.* 2017;6:e005126. doi:10.1161/JAHAD.116.005126.
 39. Marceau P, Biron S, Hould F-S, Lebel S, Marceau S, Lescelleur O, et al. Duodenal switch improved standard biliopancreatic diversion: a retrospective study. *Surg Obes Relat Dis.* 2009;5:43–7. doi:10.1016/j.sobard.2008.03.244.
 40. Buchwald H, Estok R, Fahrbach K, Banel D, Jensen MD, Pories WJ, et al. Weight and type 2 diabetes after bariatric surgery: systematic review and meta-analysis. *Am J Med.* 2009;122:248–256.e5. doi:10.1016/j.amjmed.2008.09.041.
 41. Bianchi A, Pagan-Pomar A, Jimenez-Segovia M, Martinez-Corcoles JA, Gonzalez-Argenté FX. Biliopancreatic Diversion in the Surgical Treatment of Morbid Obesity: Long-Term Results and Metabolic Consequences. *Obes Surg.* 2020;30:4234–42. doi:10.1007/s11695-020-04777-w.
 42. Marceau P, Biron S, Marceau S, Hould F-S, Lebel S, Lescelleur O, et al. Long-Term Metabolic Outcomes 5 to 20 Years After Biliopancreatic Diversion. *Obes Surg.* 2015;25:1584–93. doi:10.1007/s11695-015-1599-5.
 43. Möller F, Hedberg J, Skogar M, Sundbom M. Long-term Follow-up 15 Years After Duodenal Switch or Gastric Bypass for Super Obesity: a Randomized Controlled Trial. *Obes Surg.* 2023;33:2981–90. doi:10.1007/s11695-023-06767-0.
 44. Prachand VN, Davee RT, Alverdy JC. Duodenal switch provides superior weight loss in the super-obese (BMI > or =50 kg/m²) compared with gastric bypass. *Ann Surg.* 2006;244:611–9. doi:10.1097/01.sla.0000239086.30518.2a.
 45. Keshishian A, Zahriya K, Willes EB. Duodenal switch has no detrimental effects on hepatic function and improves hepatic steatohepatitis after 6 months. *Obes Surg.* 2005;15:1418–23. doi:10.1381/096089205774859290.
 46. Balamurugan G, Leo SJ, Sivagnanam ST, Balaji Prasad S, Ravindra C, Rengan V, et al. Comparison of Efficacy and Safety Between Roux-en-Y Gastric Bypass (RYGB) vs One Anastomosis Gastric Bypass (OAGB) vs Single Anastomosis Duodeno-ileal Bypass with Sleeve Gastrectomy (SADI-S): a Systematic Review of Bariatric and Metabolic Surgery. *Obes Surg.* 2023;33:2194–209. doi:10.1007/s11695-023-06602-6.
 47. Musella M, Chiappetta S, Franzese A, Avella P, Schiavone V, D'Ambrosio A, et al. OAGB 2025. A systematic review with meta-analysis of indications and results for primary procedures at 5+years. *Updates Surg.* 2025;77:2059–76. doi: 10.1007/s13304-025-02420-w.

48. Moradi M, Kabir A, Khalili D, Lakeh MM, Dodaran MS, Pazouki A, et al. Type 2 diabetes remission after Roux-en-Y gastric bypass (RYGB), sleeve gastrectomy (SG), and one anastomosis gastric bypass (OAGB): results of the longitudinal assessment of bariatric surgery study. *BMC Endocr Disord*. 2022;22:260. doi:10.1186/s12902-022-01171-8.
49. Salman MA, Salman AA, Omar HS, Abdelsalam A, Mostafa MS, Tourky M, et al. Long-term effects of one-anastomosis gastric bypass on liver histopathology in NAFLD cases: a prospective study. *Surg Endosc*. 2021;35:1889–94. doi: 10.1007/s00464-020-07725-y.
50. Sánchez-Pernaute A, Rubio Herrera MA, Pérez-Aguirre E, García Pérez JC, Cabrerizo L, Díez Valladares L, et al. Proximal duodenal-ileal end-to-side bypass with sleeve gastrectomy: proposed technique. *Obes Surg*. 2007;17:1614–8. doi:10.1007/s11695-007-9287-8.
51. Sanchez-Cordero S, Lopez-Gonzalez R, Hermoza R, Pujol-Gebelli J. Five-Year Outcomes of Single Anastomosis Duodeno-Ileal Bypass with Sleeve Gastrectomy: A Systematic Review. *Obes Surg*. 2025;35:3784–90. doi:10.1007/s11695-025-08108-9.
52. Verhoeff K, Mocanu V, Zalasky A, Dang J, Kung JY, Switzer NJ, et al. Evaluation of Metabolic Outcomes Following SADI-S: a Systematic Review and Meta-analysis. *Obes Surg*. 2022;32:1049–63. doi:10.1007/s11695-021-05824-w.
53. Sánchez-Pernaute A, Herrera MÁR, Ferré NP, Rodríguez CS, Marcuello C, Pañella C, et al. Long-Term Results of Single-Anastomosis Duodeno-ileal Bypass with Sleeve Gastrectomy (SADI-S). *Obes Surg*. 2022;32:682–9. doi: 10.1007/s11695-021-05879-9.

