

Universidade de São Paulo
Faculdade de Saúde Pública

**Análise custo-efetividade da cirurgia bariátrica para
combate à obesidade moderada e severa no contexto do
Sistema Único de Saúde**

José Antonio Orellana Turri

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Nutrição em Saúde Pública para obtenção do
título de Doutor em Ciências.

Área de concentração: Nutrição em Saúde Pública

Orientadora: Profa. Dra. Flávia Mori Sarti

Coorientador: Dr. Marco Aurélio Santo

São Paulo

2022

**Análise custo-efetividade da cirurgia bariátrica para
combate à obesidade moderada e severa no contexto do
Sistema Único de Saúde**

José Antonio Orellana Turri

Tese apresentada ao Programa de Pós-
Graduação em Nutrição em Saúde Pública para
obtenção do título de Doutor em Ciências.

Área de concentração: Nutrição em Saúde
Pública

Orientadora: Profa. Dra. Flávia Mori Sarti

Coorientador: Dr. Marco Aurélio Santo

Versão corrigida
São Paulo
2022

Autorizo a reprodução total ou parcial do presente trabalho, por qualquer meio, convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Dedicatória

Dedico esta tese aos meus pais Mauro Turri e Clara Orellana Turri e aos meus filhos Matheus Turri e Lucas Turri.

Aos primeiros, a quem hoje reconheço todo os esforços efetuados em uma vida simples e dura, tirando de si mesmos para dar a mim.

E aos segundos, porque acredito que são homens bons e que saberão compreender meus esforços para serem o que são hoje, tirando de mim para dar a eles.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a todos os pacientes do Hospital das Clínicas, da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. Tantos que conheci, que conversei e que concordaram em cooperar com os estudos conduzidos nesta grande instituição. Dedico àqueles que se foram, não conseguindo chegar a tempo para sua tão esperada cirurgia, e àqueles que se beneficiaram desta importante conquista da ciência, que certamente salvou muitas vidas.

Agradeço a minha orientadora, Profa. Dra. Flávia Mori Sarti, por ter me aceitado e confiado em mim como aluno. Agradeço por toda a sua dedicação, paciência e orientação, me conduzindo com maestria neste caminho das pesquisas. Agradeço ainda por todos os momentos em que não mediu esforços para me ajudar nos meus inúmeros pedidos de documentos, muitas vezes urgentes, mas que foram enormemente importantes para meu período no exterior e na minha formação atual.

Agradeço aos meus queridos amigos do Departamento de Gastroenterologia, em especial ao meu coorientador Prof. Dr. Marco Aurélio Santo que confiou em meus conhecimentos e dedicação e me abriu as portas para este estudo. Agradeço também pelo carinho da Priscila Caproni que esteve comigo no início deste estudo, Fabiana Soares Bispo, Roberto, Essy Naira, Débora Marques, Rosangela Eiroz, Márcia Kubrusly e tantos outros que me fizeram dar tantas risadas nos momentos mais exigentes da minha carreira. Agradeço ainda pela convivência e parceria com os alunos Anna Fragoso Skupek e Alexandre Gaducci.

Agradeço aos amigos matemáticos e estatísticos, hoje em grandes instituições, pela convivência, conversas, risadas e profundo aprendizado, Márcio Diniz, Ágatha Rodrigues e Juliana Yukari Kodaira Viscondi.

Aos amigos do Departamento de Obstetrícia e Ginecologia, em especial aos professores Edmund Chada Baracat e José Maria Soares Júnior, que me trouxeram para este departamento, confiaram em meu trabalho e mudaram a minha vida quando me auxiliaram na minha ida e permanência em Londres, além da Dra. Isabel Sorpreso e Dr. Théo Lerner. Agradeço também a convivência com a Dra. Kátia Carvalho, com minhas doces amigas Marinalva e Juciara no LIM 58 e as amigas e colegas de trabalho Sônia, Josenilda, Cláudia, Silvia e Eunice. Agradeço também a Profa. Dra. Rossana Pulcineli Vieira Francisco, Fátima Abdul Fattah Magalhães e Chirlei Juarez Cunha.

Agradeço aos amigos do Instituto do Câncer, em especial a minha eterna amiga Michele Tatiana Pereira Tomitão, a quem compartilhei tantos bons momentos e que até hoje sabe dos caminhos que percorri para chegar até aqui.

Aos amigos da Faculdade de Medicina, de longa data e longa convivência, em especial a Thaise Tomokane, Paulo Zembruski, Bianca Ventura e Marisa Lupi, que conheci em momentos tão especiais e importantes, de conquistas e vitórias para todos os funcionários da FMUSP.

Às secretárias da Faculdade de Saúde Pública que me ajudaram tantas vezes, respondendo com carinho e dedicação desde minhas mais simples perguntas, até aquelas grandes alterações urgentes, como no momento em que soube que fui aprovado para meu estágio no exterior. Alessandra Blaya Frutuoso e Cidinha.

Agradeço aos que conheci na Universidade de Brunel em Londres, em especial ao professor Nana Kwame Anokye, que me recebeu, me aceitou como aluno visitante e me ensinou tão fortemente os preciosos estudos sobre *Interrupted Time-Series Analysis*. Agradeço também a convivência sempre tão terna e fraterna da amiga Lionai Lima dos Santos, nos momentos no exterior, onde pudemos nos aperfeiçoar em nossos estudos.

Agradeço aos eternos amigos do CE Caminho da Redenção, aos quais considero como minha segunda família. Aos mestres Walter Hermann e Fernando Guimarães e aos amigos Sérgio Amoroso, Erika Iafrate, Thais, Kátia Fugimoto, Geracina, Cláudia, Luciane, Mara e Roberto, Mauricio, Leonardo, Regina, Elaine, Ércia Gil, Kathya, Luíza, Marcão e Regina, Renata Kron, Rosana Clemene, Ivone, Nelson e Roberta, Marcos e Solange, Wagner e Izilda, Alexandre Chighetto, Deoci, Karina Costa, Mafalda e Nivaldo (*in memoriam*) e outros que passaram pela minha vida e me ensinaram tanto.

Aos amigos que conheci nos meus grupos de pedal, Pedal Fúria Norte, Pedal Brutus Norte, Pedal 2020, Pedal ZN, Pedal 100 Fronteiras, Betel Bikes, amigos estes que me ajudaram nos momentos mais difíceis, os tornando leves e divertidos, Karina Micheloni Elvira e seu cachorrinho Bobby, Maia Pañela Adaime, Ana Lúcia Salsa, Anselmo Bugatti e sua esposa Gláucia, Luis Noro e Luís Rivas, Iberê Tanus e Kátia, Milani, Isabel Vasconcelos e Kiko, Romualdo e Simone, Flávio Trombini, Thiago, Manu, Rebeca e Lucas Rodrigues, Natasha e querido Hiro Mitome, Alexandre e Lídia, Elias, Marquinhos e Matheus, Suenver, Daniel Laet e Dani, Daniel Cavalcante e Roberta Guion, Péricles, Drika, Casal Roberto e Rosangela Porusselli, a toda a família Calabrezzi, Thiago e Aline, pessoal da Bomtempi bikes e ao grande Renato Machado.

Agradeço a Márcia Harumi Toyofuku que esteve comigo por 21 anos, todos eles de grande aprendizado em que me dediquei integralmente, à minha grande família Orellana, parte da minha mãe que, mesmo a milhares de quilômetros de distância, estão dentro do meu coração e minha grande família Turri, a quem devo tantos momentos felizes. Saudades de todos que só aumenta.

Agradeço a Alessandra Rahmilevitz Lassmann pela paz, serenidade, companheirismo, cuidado e carinho recebido, minha doce Mel.

E, gravado para toda a eternidade, eu agradeço a Kátia Moreno Garcia de Oliveira e sua mãe Marly Garcia Pavanelli Olmo, pois, após setecentos anos nos reencontramos. Tentamos fazer diferente, mas não conseguimos.

“Eu sinto muito pelas memórias de dor que compartilho com você.

Te peço perdão por unir meu caminho ao seu para a cura.

Agradeço por estar aqui em mim...

Eu te amo por ser quem você é.”

Epígrafe

*“Não podemos voltar atrás e fazer um novo começo,
mas podemos começar agora e fazer um novo fim.”*

Francisco Cândido Xavier

RESUMO

Turri, JAO. **Análise custo-efetividade da cirurgia bariátrica para combate à obesidade moderada e severa no contexto do Sistema Único de Saúde.** Tese (Doutorado em Nutrição em Saúde Pública). São Paulo: Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo; 2022.

Introdução: O excesso de peso é um dos principais fatores de risco para mortalidade e carga global de doenças no mundo. No Brasil, o incremento na prevalência de sobrepeso e obesidade constitui um desafio em saúde pública ao longo das últimas três décadas, acarretando uma grande e crescente pressão nos custos em saúde para seu tratamento. **Objetivos:** O objetivo da tese foi conduzir uma revisão sistemática com meta-análise da literatura científica sobre avaliação econômica da cirurgia bariátrica em diferentes países, destacando custos e desfechos em saúde da intervenção em curto, médio e longo prazo; assim como investigar custo e efetividade de diferentes estratégias de abordagem da cirurgia bariátrica como intervenção para combate à obesidade moderada a severa em uma coorte de pacientes do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (HC-FMUSP). **Metodologia:** O estudo foi conduzido em duas etapas: revisão sistemática e meta-análise da literatura e avaliação dos custos e da efetividade do tratamento de obesidade moderada a severa por meio de cirurgia bariátrica. A revisão sistemática com meta-análise buscou estabelecer nível de qualidade das evidências científicas sobre associação entre custos do tratamento da obesidade por meio de cirurgia bariátrica e desfechos em saúde relacionados à prevalência de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT). A avaliação dos custos e da efetividade da cirurgia bariátrica foi baseada em coleta de dados clínicos e sociodemográficos junto aos bancos de dados de prontuários eletrônicos dos pacientes do Departamento de Gastroenterologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (HC-FMUSP). Foi utilizada análise de séries temporais para verificação de diferenças entre custos e desfechos em saúde pré- e pós-cirurgia bariátrica, assim como tendência ao longo do período de acompanhamento pré- e pós-cirurgia bariátrica. **Resultados:** A etapa de revisão sistemática e meta-análise identificou 697 artigos, sendo incluídos 50 estudos na extração e análise de dados, totalizando 15.548.697 pacientes. Dos estudos incluídos, 27 (54%) realizaram avaliação econômica completa, sendo 20 estudos de análise custo-efetividade (40%) e 7 estudos de análise custo-utilidade (14%), assim como 23 estudos de avaliações econômicas parciais com custos ou desfechos (46%). Somente 6 estudos avaliaram custo e efetividade da cirurgia bariátrica

comparados ao tratamento tradicional de doenças relacionadas à obesidade e 3 estudos apresentaram comparação entre custo da cirurgia bariátrica e custo da obesidade. O custo da cirurgia bariátrica sem especificação da técnica foi apresentado em 19 estudos, correspondendo a US\$ 49,419.63 ± 96,707.49 (mediana = US\$ 12,661.96). O resultado da meta-análise de estudos que avaliaram custos pré- e pós-cirurgia bariátrica apontou redução de aproximadamente 70% nos custos pós-intervenção (diferença média padronizada, SMD = 1,691; $p = 0,01$). A análise do custo e da efetividade da cirurgia bariátrica na coorte do ICHC-FMUSP incluiu 318 pacientes que foram submetidos a cirurgia bariátrica entre 2017 e 2018 (267 mulheres = 83,9% e 51 homens = 16,1%), sendo incluídos indivíduos com dados completos de acompanhamento de 240 meses pré-cirurgia bariátrica e 24 meses pós-cirurgia bariátrica. O custo total antes da cirurgia bariátrica foi US\$ 7,915.35 ± 15,426.70 e o custo total após a cirurgia bariátrica foi US\$ 7,347.97 ± 23,105.05 ($p = 0,326$). O custo total dos procedimentos realizados por via aberta (laparotômica) foi de US\$ 15,806.01 ± 17,167.89, US\$ 8,477.10 ± 3,929.73 e US\$ 10,054.58 ± 7,834.89 nas cirurgias gastrectomia vertical, BGA e BGYR, respectivamente ($p = 0,0195$ entre gastrectomia vertical e BGA). O custo total dos procedimentos realizados por via laparoscópica foi de US\$ 5,589.11 ± 0.00, US\$ 4,759.14 ± 0.00 e US\$ 7,027.38 ± 7,719.15 nas cirurgias gastrectomia vertical, BGA e BGYR, respectivamente ($p = 0,093$). Após a cirurgia bariátrica, houve redução estatisticamente significativa no peso corporal e IMC ($p < 0,001$). **Conclusão:** A cirurgia bariátrica apresenta elevada razão de custo-efetividade, com reversão da maioria dos marcadores de risco para doenças crônicas não transmissíveis relacionadas à obesidade no paciente adulto, contribuindo à diminuição dos custos do atendimento de pacientes no âmbito do sistema público de saúde em médio e longo prazos.

Descritores: obesidade, análise de custo, estudos de séries temporais, custo efetividade, cirurgia bariátrica, avaliação econômica em saúde.

ABSTRACT

Turri, JAO. **Cost-effectiveness analysis of bariatric surgery to tackle moderate and severe obesity in the context of the Brazilian Unified Health System.** Dissertation (Ph.D. in Nutrition in Public Health). Sao Paulo: School of Public Health, University of Sao Paulo; 2022.

Introduction: Excess body weight comprises one of the main risk factors for mortality and global burden of disease worldwide. In Brazil, the increase in prevalence of overweight and obesity represents a challenge in public health throughout the last three decades, causing an increasing burden of cost on health services. **Objectives:** The objective of the dissertation was to conduct a systematic review with meta-analysis of scientific literature on economic assessment of bariatric surgery in diverse countries, highlighting health care costs and health outcomes of the intervention in short-, medium-, and long-term; and to investigate cost and effectiveness of diverse strategies of bariatric surgery to tackle moderate to severe obesity in a cohort of patients of the Clinics Hospital at the School of Medicine of the University of Sao Paulo (HC-FMUSP). **Methodology:** The study was conducted in two stages: systematic review and meta-analysis of the literature, and assessment of costs and effectiveness of treatment of moderate to severe obesity through bariatric surgery. The systematic review with meta-analysis focused on the level of scientific evidence on the association between health care costs for treatment of obesity through bariatric surgery and health outcomes related to the prevalence of chronic non communicable diseases (NCD). The assessment of costs and effectiveness of bariatric surgery was based on data collection of clinical and sociodemographic information in electronic medical records of patients from the Department of Gastroenterology of the Clinics Hospital at the School of Medicine of the University of Sao Paulo (HC-FMUSP). A time-series analysis was performed to verify differences between health care costs and health outcomes pre- and post-bariatric surgery, and trends throughout follow-up before and after the surgery. **Results:** The systematic review and meta-analysis stage identified 697 studies, being 50 studies included in the data extraction and analysis, corresponding to 6,034,589 patients. Among the studies included, 27 (54%) conducted a complete economic assessment, being 20 cost-effectiveness studies (40%) and 7 cost-utility studies (14%), and 23 partial economic assessment studies with costs and outcomes (46%). Only 6 studies assessed cost and effectiveness of bariatric surgery compared to traditional treatment of diseases related to obesity and 3 studies presented comparison between costs of bariatric surgery and costs due to obesity.

The cost of bariatric surgery without indication of the surgical technique was presented in 19 studies, corresponding to US\$ 49,419.63 ± 96,707.49 (median = US\$ 12,661.96). The meta-analysis of the studies assessing costs pre- and post-bariatric surgery indicated reduction of approximately 70% in post-intervention costs (standard mean difference, SMD = 1,691; $p = 0,01$). The analysis of costs and effectiveness of bariatric surgery in the ICHC_FMUSP cohort included 318 patients who underwent bariatric surgery between 2017 and 2018 (267 women = 83.9% and 51 men = 16.1%), being included individuals with complete data on follow-up of 240 months pre-surgery and 24 months post-surgery. The total cost before bariatric surgery was US\$ 7,915.35 ± 15,426.70 and the total cost after bariatric surgery was US\$ 7,347.97 ± 23,105.05 ($p = 0.326$). The total cost of open procedures (laparotomy) was US\$ 15,806.01 ± 17,167.89, US\$ 8,477.10 ± 3,929.73 and US\$ 10,054.58 ± 7,834.89 in surgeries of vertical gastrectomy, BGA and BGYR, respectively ($p = 0.0195$ between vertical gastrectomy and BGA). The total cost of procedures conducted through laparoscopy was US\$ 5,589.11 ± 0.00, US\$ 4,759.14 ± 0.00 and US\$ 7,027.38 ± 7,719.15 in vertical gastrectomy, BGA and BGYR, respectively ($p = 0.093$). After bariatric surgery, there was statistically significant reduction in body weight and BMI ($p < 0.001$). **Conclusion:** The bariatric surgery presents high cost-effectiveness ratio, with reversion in trends of the majority of risk factors for chronic non communicable diseases related to obesity in adult patients, contributing to the decrease in health care costs of patients in the public health system in the medium and long run.

Keywords: obesity, cost analysis, time series studies, cost effectiveness, bariatric surgery, economic evaluation in health.

LISTA DE ABREVIACÕES

AICR	<i>American Institute for Cancer Research</i>
BGA	Banda gástrica ajustável
BGA-A	Banda gástrica ajustável via aberta
BGA-L	Banda gástrica ajustável via laparoscópica
BGYR	<i>Bypass gástrico em Y-de Roux</i>
BGYR-A	<i>Bypass gástrico em Y-de Roux via aberta</i>
BGYR-L	<i>Bypass gástrico em Y-de Roux via laparoscópica</i>
COVID-19	<i>Coronavirus disease 2019</i>
CHEERS	<i>Consolidated Health Economic Evaluation Reporting Standards</i>
DALY	<i>Disability-adjusted life years</i>
DCNT	Doença crônica não transmissível
DLM	Dislipidemia
DMT1	Diabetes mellitus do tipo 1
DMT2	Diabetes mellitus do tipo 2
ES	<i>Effect size</i>
EUA	Estados Unidos da América
GEE	<i>Generalized Estimated Equation</i> (equação generalizada de estimação)
HAS	Hipertensão arterial sistólica
HC-FMUSP	Hospital das Clínicas - Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo
HCMed	Sistema de prontuário eletrônico dos pacientes do Hospital das Clínicas
HDL	<i>High density lipoprotein</i>
HR	<i>Hazard ratio</i>
HTAI	<i>Health Technology Assessment International</i>
IAM	Infarto agudo do miocárdio
DCV	Doença cardiovascular
ICHC-FMUSP	Instituto Central do HC-FMUSP
IMC	Índice de massa corporal
INAHTA	<i>The International Network of Agencies for Health Technology Assessment</i>
PROSPERO	<i>International Prospective Register of Systematic Reviews</i>

ISPOR	<i>The Professional Society for Health Economics and Outcomes Research¹</i>
ITSA	<i>Interrupted time-series analysis</i>
Kg/m ²	Quilogramas por metro quadrado
LDL	<i>Low density lipoprotein</i>
MBE	Medicina baseada em evidências
MV	Sistema de prontuário eletrônico de pacientes em internações
NIH	<i>National Institutes of Health</i>
NICE	<i>The National Institute for Health and Care Excellence</i>
NEF	Núcleo Econômico e Financeiro
OR	<i>Odds ratio</i>
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
OECD	<i>Organization for Economic Co-operation and Development</i>
PAS	Pressão arterial sistólica
PIB	Produto Interno Bruto
PICO-S	<i>Patient, Intervention, Comparator, Outcome and Study</i>
PNGC	Programa Nacional de Gestão de Custos
QALY	<i>Quality-adjusted life years</i>
RCEI	Razão custo-efetividade incremental
RR	Risco relativo
SMD	<i>Standard mean difference</i>
SUS	Sistema Único de Saúde
SOS	<i>Swedish Obese Subjects</i>
UTI	Unidade de terapia intensiva
Vertical-A	Gastrectomia vertical aberta
Vertical-L	Gastrectomia vertical via laparoscópica
VLDL	<i>Very low density lipoprotein</i>
VLP	Videolaparoscopia
WCRF	<i>World Cancer Research Fund</i>

¹ Instituição anteriormente conhecida como *International Society for Pharmacoeconomics and Outcomes Research*.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Extração de dados dos estudos incluídos na revisão sistemática.	73
Tabela 2. Custo médio por tipo de cirurgia bariátrica (US\$).	75
Tabela 3. Comparação entre custos pré- e pós-cirurgia bariátrica (US\$).	76
Tabela 4. Meta-análise da avaliação de custos totais da obesidade após cirurgia bariátrica.	78
Tabela 5. Meta-análise da avaliação de custos do tratamento de doenças crônicas e gastos com medicamentos relacionados à obesidade	80
Tabela 6. Meta-análise da avaliação de custos totais do tratamento com obesidade, segundo nível de renda per capita.	82
Tabela 7. Meta-análise da avaliação da efetividade da cirurgia bariátrica na redução dos gastos totais em saúde relacionados à obesidade.	84
Tabela 8. Meta-análise da avaliação da efetividade da cirurgia bariátrica na redução do uso de medicamentos relacionados ao tratamento da obesidade.	86
Tabela 9. Dados de avaliações de custo e efetividade da cirurgia bariátrica.	88
Tabela 10. Meta-análise de avaliação da efetividade da cirurgia bariátrica na redução do risco de morte por DCNT relacionadas à obesidade.	90
Tabela 11. Meta-análise da avaliação da efetividade da cirurgia bariátrica na redução do risco de diabetes relacionada com obesidade e sobrepeso.	91
Tabela 12. Meta-análise da avaliação da efetividade da cirurgia bariátrica na redução do risco de dislipidemia relacionada à obesidade.	93
Tabela 13. Meta-análise da avaliação da efetividade da cirurgia bariátrica na redução do risco de hipertensão arterial relacionada à obesidade.	94
Tabela 14. Meta-análise da avaliação da efetividade da cirurgia bariátrica na redução do risco de IAM e doenças cardiovasculares relacionadas à obesidade.	96
Tabela 15. Meta-análise da avaliação da efetividade da cirurgia bariátrica na redução do risco de cânceres relacionados à obesidade.	98
Tabela 16. Meta-análise da avaliação da efetividade da cirurgia bariátrica na redução do risco de depressão relacionada à obesidade.	99
Tabela 17. Taxas de resolução das principais DCNT relacionadas com obesidade e sobrepeso.	101

Tabela 18. Anos de vida ajustados por qualidade (QALY) e razão custo-efetividade incremental (ICER) da cirurgia bariátrica (US\$).	103
Tabela 19. Dados clínico-demográficos dos pacientes participantes do estudo na linha de base. São Paulo, 2017-2018.	107
Tabela 20. Dias em internação pré- e pós-cirurgia bariátrica (enfermaria ou UTI), segundo tipo de procedimento e modalidade cirúrgica. São Paulo, 2017-2018.	107
Tabela 21. Dias em internação para cirurgia bariátrica (enfermaria ou UTI), segundo tipo de procedimento e modalidade cirúrgica. São Paulo, 2017-2018.	108
Tabela 22. Custos pré- e pós-cirurgia bariátrica (US\$). São Paulo, 2017-2018.	109
Tabela 23. Custos pré- e pós-cirurgia bariátrica de pacientes com necessidade de procedimentos cirúrgicos relacionados à obesidade atendidos no ICHC-FMUSP e Hospital Geral de Suzano (US\$). São Paulo, 2017-2018.	111
Tabela 24. Custos totais da cirurgia bariátrica, segundo tipo de procedimento e modalidade cirúrgica. São Paulo, 2017-2018.	113
Tabela 25. Resultados dos exames laboratoriais e dados clínicos relacionados à obesidade. São Paulo, 2017-2018.	115
Tabela 26. Valores e diferenças incrementais de exames laboratoriais e dados clínicos relacionados à obesidade. São Paulo, 2017-2018.	117
Tabela 27. Valores e diferenças incrementais dos custos relacionados com obesidade e sobrepeso (US\$). São Paulo, 2017-2018.	118
Tabela 28. Tendência da evolução mensal dos valores de desfechos em saúde relacionados à obesidade. São Paulo, 2017-2018.	121
Tabela 29. Tendência da evolução mensal dos custos relacionados à obesidade. São Paulo, 2017-2018.	125
Tabela 30. Razão custo-efetividade incremental (RCEI) da cirurgia bariátrica em relação aos desfechos em saúde de pacientes com obesidade. São Paulo, 2017-2018.	128

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Risco relativo (RR) das principais doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) entre indivíduos com e sem obesidade.	9
Quadro 2. <i>Odds ratio</i> (OR) das principais doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) entre indivíduos obesos submetidos à cirurgia bariátrica e indivíduos obesos sem cirurgia bariátrica.	16
Quadro 3. Custos em longo prazo para tratamento de obesidade.	31
Quadro 4. Evidências de estudos sobre custos da cirurgia bariátrica.	36
Quadro 5. Características gerais dos estudos incluídos na revisão sistemática e meta-análise.	68

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Técnicas de cirurgia bariátrica.	25
Figura 2. Fluxograma da aquisição dos dados de quantidades e custos dos pacientes. Brasil, 2022.	59
Figura 3. Fluxograma do processo de seleção dos estudos.	66
Figura 4. <i>Forest plot</i> dos estudos de avaliação dos custos totais em saúde de pacientes com obesidade antes e após cirurgia bariátrica.	79
Figura 5. <i>Forest plot</i> dos estudos de avaliação de custos totais em saúde de pacientes com obesidade antes e após cirurgia bariátrica.	81
Figura 6. <i>Forest plot</i> dos estudos de avaliação de custos totais em saúde de pacientes com obesidade antes e após cirurgia bariátrica, segundo nível de renda per capita.	83
Figura 7. <i>Forest plot</i> dos estudos de avaliação da efetividade da cirurgia bariátrica na redução dos gastos totais em saúde relacionados à obesidade.	85
Figura 8. <i>Forest plot</i> dos estudos de avaliação da efetividade da cirurgia bariátrica na redução dos gastos com medicamentos para tratamento da obesidade.	86
Figura 9. <i>Forest plot</i> dos estudos de avaliação da efetividade da cirurgia bariátrica na redução do risco de morte causada por DCNT relacionadas à obesidade.	90
Figura 10. <i>Forest plot</i> dos estudos de avaliação da efetividade da cirurgia bariátrica na redução do risco de diabetes tipo 2 relacionada à obesidade.	92
Figura 11. <i>Forest plot</i> dos estudos de avaliação da efetividade da cirurgia bariátrica na redução do risco de dislipidemia relacionadas à obesidade.	93
Figura 12. <i>Forest plot</i> dos estudos de avaliação da efetividade da cirurgia bariátrica na redução do risco de dislipidemia relacionadas à obesidade.	95
Figura 13. <i>Forest plot</i> dos estudos de avaliação da efetividade da cirurgia bariátrica na redução do risco de IAM e doenças cardiovasculares relacionadas à obesidade.	97
Figura 14. <i>Forest plot</i> dos estudos de avaliação da efetividade da cirurgia bariátrica na redução do risco de câncer relacionado à obesidade.	98
Figura 15. <i>Forest plot</i> dos estudos de avaliação da efetividade da cirurgia bariátrica na redução do risco de depressão relacionado à obesidade.	100
Figura 16. Resultados da Interrupted Time-Series Analysis na análise de desfechos de saúde. São Paulo, 2017-2018.	123

- Figura 17. Resultados da Interrupted Time-Series Analysis para custos em saúde. São Paulo, 2017-2018. 126
- Figura 18. Razão custo-efetividade incremental da cirurgia bariátrica por paciente com obesidade. São Paulo, 2017-2018. 129

Normalização

A presente tese é apresentada de acordo normas do *International Committee of Medical Journals Editors* (Vancouver), em vigor no momento da publicação:

Universidade de São Paulo. Faculdade de Saúde Pública. Divisão de Biblioteca e Documentação. *Guia de apresentação de dissertações, teses e monografias*. Elaborado por Anneliese Carneiro da Cunha, Maria Julia de A. L. Freddi, Maria F. Crestana, Marinalva de Souza Aragão, Suely Campos Cardoso, Valéria Vilhena. 3^a. ed. São Paulo: Divisão de Biblioteca e Documentação; 2011.

As abreviaturas dos títulos dos periódicos são dadas de acordo com *List of Journals Indexed in Index Medicus*.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	1
2.	REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1.	Fatores associados ao sobrepeso e à obesidade	4
2.2.	Consequências da obesidade no estado de saúde populacional	7
2.3.	Cirurgia bariátrica como modelo de tratamento da obesidade	12
2.4.	Técnicas de cirurgia bariátrica	18
2.4.1.	Técnicas restritivas	19
2.4.1.1.	Banda gástrica ajustável	19
2.4.1.2.	Gastrectomia vertical	20
2.4.2.	Técnica mista restritiva e disabsortiva	22
2.4.2.1.	<i>Bypass</i> gástrico em Y de Roux (BGYR)	22
2.4.2.2.	Derivação bilio-pancreática	23
2.5.	Impactos socioeconômicos da obesidade	26
2.6.	Avaliação econômica em saúde	39
3.	JUSTIFICATIVA	46
4.	OBJETIVOS	47
4.1.	Objetivo geral	47
4.2.	Objetivos específicos	47
5.	MATERIAL E MÉTODOS	48
5.1.	Revisão sistemática e meta-análise de literatura	48
5.1.1.	Critérios de elegibilidade	52
5.1.2.	Procedimentos de seleção e triagem dos estudos	53
5.1.3.	Avaliação da qualidade dos estudos	54
5.1.4.	Metodologia de extração e meta-análise dos dados	54
5.2.	Avaliação dos custos e da efetividade da cirurgia bariátrica	55
5.2.1.	Hipótese do estudo	55
5.2.2.	Coleta de dados	56
5.2.3.	Delineamento do estudo	56
5.2.4.	Amostra	57
5.2.5.	Critérios de inclusão	57
5.2.6.	Critérios de exclusão	57

5.2.7.	Estimativa de custos	58
5.2.7.1.	Custos ambulatoriais	60
5.2.7.2.	Custos hospitalares	60
5.2.8.	Análise de sensibilidade	61
5.2.9.	Análise estatística	61
5.2.10.	Aspectos éticos	63
6.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	65
6.1.	Resultados da revisão sistemática e meta-análise de literatura	65
6.1.1.	Características dos estudos	65
6.1.2.	Efeitos da cirurgia bariátrica em custos de saúde	75
6.1.2.1.	Custos em saúde antes e após cirurgia bariátrica	76
6.1.2.2.	Despesas no tratamento de morbidades crônicas	80
6.1.2.3.	Custos antes e após cirurgia bariátrica segundo nível de renda do país	81
6.1.2.4.	Modificação de trajetória dos gastos em saúde	84
6.1.2.5.	Uso de medicamentos	85
6.1.3.	Efeitos da cirurgia bariátrica em desfechos de saúde	86
6.1.3.1.	Mortalidade	89
6.1.3.2.	Diabetes	91
6.1.3.3.	Dislipidemia	92
6.1.3.4.	Hipertensão arterial	94
6.1.3.5.	Doenças cardiovasculares	95
6.1.3.6.	Risco de câncer	97
6.1.3.7.	Depressão	99
6.1.3.8.	Resolução de doenças crônicas	100
6.1.3.9.	Desfechos em qualidade de vida	102
6.1.4.	Discussão	103
6.1.5.	Conclusão	105
6.2.	Resultados de custo e efetividade da cirurgia bariátrica	106
6.2.1.	Caracterização da amostra	106
6.2.1.1.	Custos pré- e pós-cirurgia bariátrica	108
6.2.1.2.	Custo da cirurgia bariátrica	112
6.2.2.	Efetividade da cirurgia bariátrica	114
6.2.2.1.	Efeitos da cirurgia bariátrica em exames clínico-laboratoriais	116

6.2.2.2. Efeitos da cirurgia bariátrica nos custos associados ao uso de recursos	117
6.2.3. <i>Interrupted time-series analysis</i>	118
6.2.3.1. Desfechos em saúde	118
6.2.3.2. Custos de saúde	123
6.2.4. Razão custo-efetividade da cirurgia bariátrica	126
6.2.5. Discussão	129
6.2.6. Conclusão	144
7. REFERÊNCIAS	146
8. ANEXOS	167
8.1. Aprovação do projeto no Comitê de Ética em Pesquisa	167
8.2. Solicitação de dispensa TCLE	173
8.3. Termo de anuência interdepartamental	175
9. APÊNDICES	176
9.1. Artigo científico aceito para publicação	176
9.2. Artigos científicos submetidos	177
9.2.1. Artigo 1	177
9.2.2. Artigo 2	234
9.3. Currículo Lattes do doutorando	270
9.4. Currículo Lattes da orientadora	271

1. INTRODUÇÃO

A Organização das Nações Unidas (ONU) propôs que o período entre 2016 e 2025 seja considerado a década da nutrição, considerando múltiplas evidências dos desafios de sistemas alimentares mundiais para melhoria da alimentação, saúde humana e bem estar.¹ Um dos principais desafios vinculados à nutrição nas últimas décadas tem sido o incremento da prevalência de excesso de peso na população mundial, representando um dos principais fatores de risco para mortalidade e carga global de doenças no mundo.

A classificação de sobrepeso e obesidade entre indivíduos adultos baseia-se em indicadores de peso corporal em relação à estatura, potencialmente complementados por medidas de percentual de gordura corporal ou outras medidas corporais, incluindo a bioimpedância, circunferência de quadril e cintura ou pregas cutâneas.^{2,3}

Considera-se que indivíduos com índice de massa corporal (IMC) igual ou superior a 25 Kg/m² apresentam sobrepeso, enquanto indivíduos com IMC igual ou superior a 30 Kg/m² apresentam obesidade, que pode ser categorizada em obesidade grau I (IMC entre 30 e 34,9 Kg/m²), grau II (IMC entre 35 e 39,9 Kg/m²), obesidade grau III ou obesidade mórbida (IMC acima de 40 Kg/m²) e, recentemente, a categoria de pacientes acima de obesidade mórbida (IMC acima de 50 Kg/m²).^{2,3}

Estimativas de organizações internacionais apontavam aproximadamente 2,3 bilhões de adultos com sobrepeso e mais de 700 milhões de adultos com obesidade na população global em 2015.^{1,4-6} Estudo recente com dados de 200 países, incluindo aproximadamente 19,9 milhões de adultos, identificou 10,8% de prevalência de obesidade (IMC > 30 Kg/m²) entre homens (IC 95% 9,7-12,0) e 14,9% entre mulheres (IC 95% 13,6-16,1). A prevalência de obesidade grau II (IMC > 35 Kg/m²) alcançava 5,0% entre homens e mulheres (IC 95% 4,4-

5,6) e a prevalência de obesidade mórbida ($IMC > 40 \text{ Kg/m}^2$) atingia 1,6% da população global (IC 95% 1,3-1,9).^{5,7,8,9,10,11,12}

No Brasil, dados recentes mostram prevalência de obesidade em indivíduos em idade adulta aumentou de 12,2% em 2002-2003 para 26,8% em 2018-2019, totalizando 41,2 milhões de pessoas. No mesmo período, a proporção da população adulta com excesso de peso passou de 43,3% para 61,7%, representando quase dois terços dos brasileiros.¹³⁻¹⁸

Sobrepeso e obesidade têm sido identificados como reflexos de mudanças seculares no estilo de vida da população, que têm resultado na diminuição do nível de atividade física devido à natureza estática da maioria das formas de trabalho e em alterações nos padrões alimentares pautados no desequilíbrio energético entre calorias consumidas e calorias dispendidas.^{1,5,19,20}

A obesidade é um dos problemas de saúde pública mais visíveis em nível mundial, porém, ainda negligenciados nos países em diferentes fases de desenvolvimento, segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS). Atualmente, o excesso de peso corporal é o sexto fator de risco mais importante em termos de perda de anos de vida ajustados por qualidade no mundo.²⁰

É importante destacar que indivíduos com diagnóstico de obesidade usualmente desenvolvem várias comorbidades, resultando em significativo ônus em termos de uso de recursos em saúde, tanto para tratamentos de perda de peso, quanto nas morbidades associadas. A epidemia de obesidade tem o potencial de reverter muitos dos benefícios em saúde que contribuíram para o incremento da longevidade conquistada no mundo.⁴ Evidências recentes indicam que há a possibilidade de redução da expectativa de vida média da população mundial como consequência dos diversos eventos adversos relacionados com sobrepeso e obesidade, incluindo doenças cardiovasculares, diabetes do tipo 2 e diversos tipos de cânceres.²⁰

No Brasil, o incremento na prevalência de sobrepeso e obesidade constitui um desafio em saúde pública ao longo das últimas três décadas. O perfil alimentar da população tem

apresentado profundas modificações, baseadas em aumento do consumo de produtos industrializados, açúcares simples, sódio e lipídeos, assim como redução do consumo de alimentos *in natura* após a década de 1970, resultando na elevação de prevalência de sobrepeso e obesidade no país.²¹

Tais cenários de incremento na prevalência de sobrepeso e obesidade no mundo e no Brasil constituem um desafio em termos de saúde pública, especialmente ao longo dos últimos trinta anos. A mudança do perfil nutricional da população brasileira revela a importância de um modelo de atenção à saúde que incorpore ações de promoção da saúde, prevenção e tratamento da obesidade.²²⁻²⁴

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Fatores associados ao sobrepeso e à obesidade

A obesidade é essencialmente uma desordem multifatorial do balanço de energia e homeostase do organismo, resultante da complexa interação entre fatores genéticos, socioeconômicos e comportamentais.^{19,25} Assim, o desbalanço energético entre calorias consumidas e gasto calórico, resultante de mudanças nos padrões de alimentação populacionais, aliados ao declínio do nível de atividade física habitual dos indivíduos, têm sido apontados como uma das principais causas vinculadas ao incremento da prevalência de sobrepeso e obesidade mundial.

Globalmente, tem havido um incremento no consumo energético, principalmente pela ingestão de alimentos com alta densidade calórica e alto teor de gorduras e açúcar; simultaneamente à diminuição na atividade física regular em decorrência da disseminação de formas de trabalho de natureza sedentária, modificação dos sistemas de transporte e pela urbanização.²⁶⁻³¹

Mudanças nos padrões de alimentação e nível de atividade física têm sido frequentemente associados às alterações socioeconômicas, às mudanças ambientais e à carência de políticas públicas de incentivo a setores como saúde, educação, agricultura e produção de alimentos, transporte e planejamento urbano.⁵

Estudo sobre associação entre dieta, diabetes *mellitus* tipo 2 (DMT2) e fatores de risco metabólicos mostrou ocorrência de mudança nos padrões nutricionais da população brasileira nas últimas quatro décadas. O incremento do consumo de gorduras trans e sódio na população do país tem sido observado de forma concomitante ao aumento da prevalência de sobrepeso, obesidade e outros fatores de risco metabólicos.³²

O crescimento econômico ocorrido ao longo das últimas décadas do século XX e início do século XXI resultou em incremento da renda populacional, entretanto, não necessariamente gerou melhoria da qualidade de vida. As mudanças tecnológicas e industriais têm permitindo acesso ao consumo de diversos tipos de alimentos, resultando na transição para dietas contendo alimentos de alto teor calórico, incluindo maior proporção de gorduras, açúcar e sal, conduzindo ao consumo excessivo de energia.³³

Inicialmente, a relação entre nível socioeconômico e excesso de peso, investigada desde a década de 1970, apontava diagnóstico de obesidade com maior frequência na população de menor renda em países desenvolvidos e entre indivíduos de maior poder aquisitivo em países em desenvolvimento.²⁵ Entretanto, estudos recentes indicam modelo causal de maior complexidade na interação entre fatores socioeconômicos e prevalência de obesidade, incluindo interrelação entre transição nutricional, desnutrição, pobreza e excesso de peso corporal.

A dupla carga de doença associada à ocorrência concomitante de desnutrição e obesidade no Brasil é frequentemente observada na população com menor poder aquisitivo, marcadamente entre indivíduos que tiveram desnutrição na primeira infância, ou seja, indivíduos cujo potencial de crescimento foi afetado pela desnutrição, resultando em baixa estatura na vida adulta.³⁴⁻³⁶ No Brasil, cerca de 10 milhões de pessoas residiam em domicílios marcados por privação severa de alimentos no período de 2017-2018, demonstrando queda na garantia de segurança alimentar no país em comparação com períodos anteriores (2004 e 2009).³⁷⁻⁴³

Alterações na renda e nos preços dos alimentos constituem elementos vinculados à demanda por alimentos, influenciando diretamente escolhas alimentares. Estudos recentes têm indicado mudanças econômicas como elemento intermediador na associação entre mudanças no padrão alimentar e aumento na ocorrência de sobrepeso, obesidade e doenças crônicas em países de diferentes níveis de renda.^{14,21,33,44}

Ademais, há evidências de substancial influência de fatores genéticos na suscetibilidade individual para a obesidade. Embora alterações em um único gene tenham sido identificadas como causadoras da obesidade em alguns estudos, a ocorrência de obesidade é usualmente associada às influências de múltiplos genes. Além disso, fatores genéticos também influenciam a interação entre indivíduo e ambiente, gerando diferentes níveis de suscetibilidade às condições ambientais que promovem alterações no gasto energético.⁴⁵

O estresse também tem sido associado com ganho de peso e comportamentos obesogênicos, incluindo alto consumo calórico e aumento do consumo de açúcares e de gordura saturada. Ademais, o estresse causa aumento da liberação de cortisol, hormônio responsável pelo aumento da lipogênese, entre outros fatores que favorecem instalação da obesidade. Assim, o estresse potencialmente contribui ao incremento da obesidade grave por meio de comportamentos alimentares e dieta de má qualidade, assim como processos biológicos.⁴⁶⁻⁴⁸ Evidências de estudos sobre qualidade de vida entre indivíduos obesos apontam consistentemente associação inversa entre gravidade da obesidade e qualidade de vida.⁴⁹

Significativa parcela dos indivíduos diagnosticados com obesidade apresentam diversas comorbidades, incluindo diabetes *mellitus* tipo 2, doenças cardiovasculares e câncer. Países desenvolvidos apresentavam maior prevalência de população com sobrepeso e obesidade até início dos anos 2000; entretanto, tem sido observada modificação na associação entre desenvolvimento socioeconômico e obesidade ao longo dos anos recentes. Embora ainda exista associação positiva entre desenvolvimento socioeconômico e prevalência de obesidade, alguns estudos indicam expansão da prevalência da obesidade em países de menor renda.^{25,50,51}

Em termos de mortalidade, a obesidade constitui o quinto maior fator de risco para ocorrência de morte por várias causas, assim como contribui para ocorrência de morbidades associadas a altas taxas de mortalidade, como hipertensão arterial (aproximadamente 13% das

mortes no mundo), consumo de tabaco (9%), hiperglicemia (6%), inatividade física (6%) e excesso de peso ou obesidade (5%).⁵²⁻⁵⁴

2.2. Consequências da obesidade no estado de saúde populacional

O excesso de peso é um dos principais fatores de contribuição para mortalidade e carga global de doenças no mundo, potencialmente resultando em redução da expectativa de vida populacional nas próximas décadas.^{2,55}

A obesidade é uma doença e, simultaneamente, é um fator de risco para várias outras doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), incluindo doenças cardiovasculares, hipertensão, acidente vascular cerebral, câncer, apneia obstrutiva do sono, doenças articulares degenerativas, doenças respiratórias crônicas, depressão e diabetes, além de prejuízos à fertilidade.^{5,56,57}

Em relação a depressão e transtornos psicossociais, apesar de ainda ser comum a utilização na literatura médica e na prática diária do termo superobesos para os indivíduos com IMC acima de 50 Kg/m², existe um clamor para que o termo “superobesidade” seja evitado, devido à sua conotação negativa. Estudos recentes, incluindo revisões sistemáticas e meta-análises mostram evidências de efeitos danosos em decorrência do estigma do peso na linguagem relacionada ao excesso de peso e nos termos em que estes indivíduos são nomeados. Esta linguagem, considerada negativa, está relacionada com o aumento da dificuldade de socialização e diminuição na aderência ao tratamento médico e nutricional em indivíduos que são chamados por termos com conotação negativa relacionados ao excesso de peso.^{58,59}

As evidências apontam risco de desenvolvimento de diabetes do tipo 2 cinco vezes superior entre indivíduos com IMC ≥ 25 Kg/m², 35 vezes superior entre indivíduos com IMC ≥ 30 Kg/m² e 93 vezes superior entre indivíduos com IMC ≥ 35 Kg/m².⁶⁰ A seguir, apresenta-

se uma síntese de dados quanto à associação entre excesso de peso e morbidades crônicas (Quadro 1).

Quadro 1. Risco relativo (RR) das principais doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) entre indivíduos com e sem obesidade.

Ref.	Objetivo	Local	Tipo e duração do estudo	População	Participantes	Comparador	DCNT	RR
61	Associação entre IMC e mortalidade global	EUA	Coorte prospectiva (14 anos)	Obesos	457.785 homens 588.369 mulheres	Eutróficos	Mortalidade global	2,9 (IC 95% 2,37-3,56)
62	Associação entre IMC e mortalidade global	EUA	Revisão sistemática com meta-análise (coortes de 1 a 5 anos)	Indivíduos com sobrepeso e obesidade	1,46 milhão	Eutróficos	Mortalidade global	Sobrepeso = 1,13 (IC 95% 1,09-1,17) Obesidade grau I = 1,44 (IC 95% 1,38-1,50) Obesidade grau II = 1,88 (IC 95% 1,77-2,00) Obesidade grau III = 2,51 (IC 95% CI 2,30-2,73)
63	Associação entre obesidade e hipertensão	-	Revisão sistemática	Indivíduos com sobrepeso e obesidade	-	Eutróficos	IAM Coronariopatias	Sobrepeso = 1,7 Obesidade grau I = 2,6 Obesidade grau II = 3,7 Obesidade grau III = 4,8
64	Associação entre obesidade, câncer gástrico e esofágico	-	Revisão sistemática com meta-análise (22 estudos de coorte e caso-controle)	Obesos grau I	8 mil	Eutróficos	Câncer gástrico Câncer esofágico	Câncer gástrico = 1,71 (IC 95% 1,5-1,96) Câncer esofágico = 2,73 (IC 95% 2,16-3,46)
65	Associação entre obesidade e câncer colorretal	-	Revisão sistemática	Obesos grau I	70 mil	Eutróficos	Câncer colorretal	1,45 (IC 95% 1,30-1,54)
65	Associação entre obesidade e câncer hepático	-	Revisão sistemática	Indivíduos com sobrepeso e obesidade grau I	5.037 (sobrepeso) 6.042 (obesidade grau I)	Eutróficos	Carcinoma hepático	Sobrepeso = 1,17 Obesidade grau I = 1,89

(continua)

(continuação)

Ref.	Objetivo	Local	Tipo e duração do estudo	População	Participantes	Comparador	DCNT	RR
60	Associação entre obesidade e doenças relacionadas com obesidade	-	Revisão sistemática	Indivíduos com sobrepeso e obesidade grau I e II	-	Eutróficos	Diabetes tipo II	Sobrepeso = 1,5 Obesidade grau I = 3,5 Obesidade grau II = 9,3
66	Associação entre obesidade e doenças relacionadas com obesidade	EUA	Revisão sistemática e meta-análise	Indivíduos com sobrepeso e obesidade grau I e II	372.979 adultos funcionários e familiares GMC	Eutróficos	Doenças circulatórias Doenças endócrinas Doenças musculoesqueléticas Dores não definidas Doenças respiratórias Acidentes e lesões Doenças do sangue Doenças mentais Anomalias congênitas Doenças infecciosas Doenças do sistema nervoso Doenças da pele Doenças digestivas	1,074 (IC 95% 1,068-1,080) 1,042 (IC 95% 1,037-1,048) 1,040 (IC 95% 1,034-1,045) 1,039 (IC 95% 1,033-1,045) 1,026 (IC 95% 1,020-1,031) 1,025 (IC 95% 1,019-1,030) 1,023 (IC 95% 1,015-1,030) 1,020 (IC 95% 1,012-1,028) 1,020 (IC 95% 1,006-1,034) 1,019 (IC 95% 1,012-1,027) 1,017 (IC 95% 1,011-1,023) 1,015 (IC 95% 1,009-1,020) 1,013 (IC 95% 1,007-1,018)

Fonte: Elaboração própria, a partir de revisão da literatura. Obs.: DCNT = doenças crônicas não transmissíveis; IMC = Índice de Massa Corporal; IAM = infarto agudo do miocárdio; IC 95% = intervalo de confiança de 95%.

A associação entre obesidade e risco de câncer envolve efeitos metabólicos e endócrinos que induzem expressão e progressão de tumores.^{53,54,67} Sobrepeso e obesidade apresentam significativa associação com ocorrência de adenocarcinoma gástrico e esofágico, cujas taxas de prevalência têm aumentado nos últimos anos em vários países.⁶⁴

Extensa revisão sistemática conduzida pelo *World Cancer Research Fund* (WCRF) e *American Institute for Cancer Research* (AICR) apontou associação entre incremento da obesidade e aumento da mortalidade. Os resultados mostram que, um aumento de 2 kg/m² no IMC conduz a incremento de mortes específicas relacionadas ao câncer da ordem de 90% (RR = 1,90; IC95% 1,32-2,72).⁵⁴

A hipertensão é uma característica comum a substancial parcela da população com sobrepeso ou obesidade. As chances de indivíduo com sobrepeso apresentar hipertensão são 1,7 vezes superiores em comparação com indivíduos eutróficos; sendo 2,6 vezes maior para indivíduos com obesidade grau I, 3,7 vezes para indivíduos com obesidade grau II e 4,8 vezes para obesos grau III.⁶³

Além disso, estudo de Haslam e cols.²⁰ mostrou dados preocupantes em termos de discriminação a indivíduos diagnosticados com obesidade: mulheres obesas têm 37% maior risco de depressão, além de apresentar potencial associação com duas desordens alimentares: transtorno de compulsão alimentar e a síndrome da alimentação noturna.

Indivíduos obesos também têm maior risco de problemas ortopédicos, incluindo dores nas costas, quadril e joelho, assim como osteoartrite em comparação com indivíduos eutróficos; conduzindo a piora na qualidade de vida.⁶⁸

Gonzales e cols.⁶² observaram aumento de cinco vezes na mortalidade entre indivíduos obesos e obesidade mórbida (IMC 35,0 Kg/m² - 39,9 Kg/m² e 40,0 Kg/m² - 49,9 Kg/m²) em comparação com indivíduos eutróficos. A mortalidade entre indivíduos com diagnóstico de obesidade que não realizaram cirurgia bariátrica mantém-se superior à mortalidade entre indivíduos submetidos à cirurgia (HR 0.18, IC95% 0.09-0.35, p<0001).^{62,69}

O aumento da prevalência de obesidade e sua associação com incremento da ocorrência de diabetes têm resultado em desaceleração no declínio da mortalidade por doenças cardiovasculares no Brasil, apesar dos esforços nas restrições ao tabagismo e controle e prevenção da hipertensão obtidos nos últimos anos.^{36,70} Em 2010, cerca de 36,1% das mortes ocorridas no Brasil foram causadas por doenças cardiometabólicas associadas à diabetes, eventos cardíacos ou metabólicos como a isquemia cardíaca (67%), infarto cardíaco hemorrágico (19%) e diabetes (13%). Aproximadamente 38% das mortes foram consideradas prematuras, ou seja, antes do indivíduo completar 70 anos de idade.^{22,23,32}

2.3. Cirurgia bariátrica como modelo de tratamento da obesidade

Há crescente consenso quanto aos desafios impostos no tratamento da obesidade, considerando múltiplos ciclos fisiológicos, comportamentais e culturais envolvidos.⁷¹ Existem três abordagens básicas no tratamento da obesidade mórbida: modificação de estilo de vida (alimentação e atividade física), terapia medicamentosa e cirurgia.

As duas primeiras abordagens têm demonstrado limitado impacto no controle do peso a longo prazo, especialmente entre indivíduos com obesidade mórbida principalmente devido à dificuldade na perda total do excesso de peso, elevada frequência de reganho do excesso de peso perdido até dois anos após o tratamento e dificuldade na aderência aos tratamentos propostos. Dietas entre 1.400 e 1.800 calorias por dia em mulheres objetivam perda entre 10% a 25% entre três a seis meses de tratamento. Porém, estudos mostram que, ao final do acompanhamento, em média 15,5% dos pacientes não apresentam perda de peso, 35% apresentam perda de peso inferior a 5%, 35% perda entre 5-10% e aproximadamente somente 13% dos pacientes obtêm perda de peso superior a 10%.⁷²

Em relação a programas de treinamento físico que objetivam a redução do IMC em indivíduos obesos ou com sobrepeso, estudos incluindo revisões sistemáticas e meta-análises

mostram discreta redução entre 0,62% a 3,65% do IMC inicial ou 0,2 a 0,9 pontos no IMC em estudos que incluíram corridas, caminhadas, treinamento aeróbico ou anaeróbico, vôlei, tênis ou programas mesclados de exercícios, contínuos ou intervalados, por períodos que variaram entre quatro a dezesseis semanas, variando entre uma ou duas vezes ou até seis vezes por semana, por uma a duas horas, entre 50% a 85% da VO₂ máxima.⁷³

Em relação ao tratamento medicamentoso, é imprescindível ponderar que em muitos deles existe êxito no tratamento, principalmente quando inserem alteração nutricional e mudanças no estilo de vida, porém verifica-se recorrentes oscilações entre perda e ganho de peso, que acarretam em alterações metabólicas e fisiológicas prejudiciais ao paciente (cerca de 80% dos pacientes tem episódios de perda entre 10% a 20%, abandono do tratamento e reganho, frequentemente ultrapassando o peso inicial, com acréscimo de 5% a 10% em até seis meses.^{12,74-76}

A cirurgia bariátrica tem sido um tratamento efetivo em longo prazo para obesidade mórbida, representando uma perda de peso superior a 60% do peso corporal inicial.^{59,76-78} Desde 2000, os *National Institutes of Health* (NIH) recomendam cirurgia bariátrica como opção preferencial para tratamento da obesidade entre adultos com índice de massa corporal (IMC) superior a 35 Kg/m² associada a comorbidades.⁷⁷

A cirurgia bariátrica apresenta múltiplos benefícios adicionais além da redução de peso, incluindo efeitos benéficos na redução de diabetes, doenças cardiovasculares, câncer e risco de mortalidade;^{57,67,78} ou seja, apresenta alta taxa de resolução de comorbidades relacionadas à obesidade em uma combinação de benefícios físicos que conduzem à significativa redução dos custos em saúde.⁸¹⁻⁸³

Estudos indicam que, um ano após a cirurgia, a resolução completa de diabetes *mellitus* tipo 2 é observada em aproximadamente 81% dos adultos submetidos ao procedimento, assim como verifica-se melhoria da hipertensão e apneia em 66% e 71% dos casos, respectivamente. Dois anos após a cirurgia bariátrica, as taxas de resolução da DMT2 e hipertensão alcançam 74,7% e 62,8% entre indivíduos adultos, respectivamente.^{42,73-75} Alguns estudos epidemiológicos têm

sugerido que a cirurgia bariátrica constitui tratamento efetivo para promover perda de peso com vistas à redução da ocorrência de síndrome metabólica e redução do potencial de risco para câncer.⁵³

No Brasil, foram realizadas quase 50 mil cirurgias bariátricas pelo Sistema Único de Saúde (SUS) entre 2001 e 2014,¹⁶ resultando em redução média de IMC de 51 Kg/m² para 31 Kg/m² em mulheres e de 59 Kg/m² para 35 Kg/m² em homens.⁸⁵ As filas de espera para realização de cirurgia bariátrica no sistema público de saúde brasileiro alcançam períodos superiores a três anos, conseqüentemente, o perfil dos pacientes submetidos à cirurgia pelo SUS possivelmente apresenta maior ocorrência de comorbidades e maior IMC em comparação com pacientes de outros países.¹⁶

Ao longo do período em lista de espera de cinco anos, 86% dos pacientes candidatos à cirurgia bariátrica apresentaram piora dos sintomas físicos, incluindo diminuição da qualidade de vida. Os dados apontam que vários pacientes têm tempo de espera para cirurgia superior ao tempo de mensuração dos desfechos nos estudos sobre cirurgia bariátrica, sendo assim, geralmente apresentam agravamento do estado de saúde.⁸⁶ Somente 2,5% a 3,3% dos pacientes elegíveis são chamados para realização da cirurgia bariátrica, o que indica subutilização de estratégia de tratamento com resultados favoráveis em curto, médio e longo prazo.⁸⁷

Sussenbach e cols.⁸⁸ indicaram redução de comorbidades associadas à obesidade após realização da cirurgia bariátrica, incluindo resolução completa de quadro de DM2 em 97% dos pacientes, redução de hipertensão arterial em 98% dos pacientes e diminuição das dislipidemias após 36 meses de acompanhamento em 95% dos pacientes.

Pacientes submetidos a cirurgia bariátrica também apresentaram redução de 50% no uso de medicamentos entre seis e doze meses de acompanhamento pós-cirúrgico, especialmente medicamentos antidiabéticos (OR 0,22 IC95% 0,12-0,40), anti-hipertensivos (OR 0,20 IC95% 0,07-0,54) e anti-lipidêmicos (OR 0,71 IC95% 0,55-0,91),^{89,90} assim como resultados potencialmente favoráveis em relação ao risco para desenvolvimento de alguns tipos de cânceres.⁶⁷

Alguns estudos também indicam significativa redução do risco de mortalidade em indivíduos que realizaram a cirurgia bariátrica, incluindo mortalidade global (OR = 0,55; IC95% 0,49-0,63), mortalidade por eventos cardiovasculares (OR = 0,58; IC95% 0,46-0,73) e mortalidade por eventos não cardíacos (OR = 0,70; IC95% 0,59-0,84), comparando indivíduos após a cirurgia com indivíduos obesos.⁹¹

A seguir, apresenta-se uma revisão dos principais estudos comparando DCNT em indivíduos pós cirurgia bariátrica em comparação com indivíduos obesos que não foram submetidos ao procedimento (Quadro 2).

Quadro 2. Odds ratio (OR) das principais doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) entre indivíduos obesos submetidos à cirurgia bariátrica e indivíduos obesos sem cirurgia bariátrica.

Ref.	Objetivo	Local	Tipo e duração do estudo	População	Participantes	Comparador	DCNT	OR
67	Prevalência de câncer	EUA	Revisão sistemática com meta-análise	Obesos pós cirurgia bariátrica	54.257 pacientes	Indivíduos obesos sem cirurgia	Câncer	0,42 (IC95% 0,24-0,73)
90	Utilização de medicamentos	Canadá	Estudo de coorte prospectivo (dois anos)	Obesos pós cirurgia bariátrica	65 pacientes	Indivíduos obesos sem cirurgia	Diabetes Hipertensão Dislipidemias	Hipoglicemiantes = 0,22 (IC95% 0,12-0,40) Anti-hipertensivos = 0,20 (IC95% 0,07-0,54) Anti-lipidêmicos = 0,71 (IC95% 0,55-0,91)
91	Mortalidade geral	-	Revisão sistemática com meta-análise	Obesos pós cirurgia bariátrica	-	Indivíduos obesos sem cirurgia	Mortalidade global Mortalidade por eventos cardíacos Mortalidade por outros eventos	Mortalidade global = 0,55 (IC95% 0,49-0,63) Mortalidade por eventos cardiovasculares = 0,58 (IC95% 0,46-0,73) Mortalidade por outros eventos não cardiovasculares = 0,70 (IC95% 0,59-0,84)
57	Prevalência de doenças relacionadas a obesidade	-	Revisão sistemática	Obesos pós cirurgia bariátrica	2.010 pacientes obesos operados em relação a 2.037 pacientes obesos não operados 29.208 pacientes obesos operados em relação a 166.200 pacientes obesos não operados	Indivíduos obesos sem cirurgia	Infarto agudo do miocárdio (IAM) Mortalidade por eventos cardiovasculares (DCV)	IAM = 0,67 (IC95% 0,54-0,83) DCV = 0,48 (IC95% 0,35-0,64) IAM = 0,46 (IC95% 0,30-0,69) DCV = 0,49 (IC95% 0,32-0,75)
57	Presença de arteriosclerose	-	Revisão sistemática	Obesos pós cirurgia bariátrica	65 pacientes obesos operados em relação a 84 pacientes obesos não operados	Indivíduos obesos sem cirurgia	Arteriosclerose	0.39 (IC95% 0,17-0,90)

(continua)

(continuação)

Ref.	Objetivo	Local	Tipo e duração do estudo	População	Participantes	Comparador	DCNT	OR
57	Presença de apneia obstrutiva	-	Revisão sistemática (10 estudos)	Obesos pós cirurgia bariátrica	-	Indivíduos obesos sem cirurgia	Apneia obstrutiva do sono	↓54,7 (IC95% 49,0-60,3) para 15,8 (IC95% 12,6-19,0) eventos por hora
57	Presença esteatose hepática	-	Revisão sistemática com meta-análise	Obesos pós cirurgia bariátrica	-	Indivíduos obesos sem cirurgia	Esteatose hepática Fibrose hepática Alterações em hepatócitos Inflamação	↓50,2% (IC95% 35,5-65,0) ↓11,9% (IC95% 7,4-16,3) ↓67,7% (IC95% 56,9-78,5) ↓50,7% (IC95% 26,6-74,8)

Fonte: Elaboração própria, a partir de revisão da literatura. Obs.: DCNT = doenças crônicas não transmissíveis; IAM = infarto agudo do miocárdio; DCV = doenças cardiovasculares; IC 95% = intervalo de confiança de 95%.

2.4. Técnicas de cirurgia bariátrica

A cirurgia bariátrica tem sido apontada como método de maior eficácia na promoção de perda de peso em pacientes com obesidade grave. Em estudos clínicos de natureza observacional, observou-se melhor controle de peso em longo prazo entre pacientes operados, independentemente da técnica utilizada, em comparação com grupo controle seguido com tratamento clínico, além de melhor controle de comorbidades associadas e consequente redução dos índices de mortalidade em longo prazo entre indivíduos submetidos ao procedimento cirúrgico.⁹² Em estudo de meta-análise, observou-se perda de excesso de peso a longo prazo que variou de 47,5% a 77,0% do peso corporal dos indivíduos, dependendo da técnica utilizada, assim como controle do DMT2 em cerca de 75% a 90% dos casos, 70% a 85% da hipertensão arterial e de 80% a 95% da apneia obstrutiva do sono.⁹³

Todavia, independentemente do método, a cirurgia bariátrica constitui procedimento de alta complexidade com potenciais complicações clínicas e cirúrgicas. A seleção e o preparo adequado dos pacientes no período pré-operatório, assim como a realização dos procedimentos por equipes especializadas tem importantes implicações em termos de morbimortalidade. O tratamento multidisciplinar pré- e pós-cirurgia bariátrica tem sido ressaltado em diversos estudos como elemento relevante ao sucesso do procedimento, particularmente demonstrando efeitos em termos de redução do tempo de internação, risco de infecções e complicações pulmonares, assim como diminuição da necessidade de reinternação. Além disso, o acompanhamento multidisciplinar resulta em efeitos significativos na perda de peso no período pós-cirúrgico.⁹⁴

Os critérios para indicação de tratamento cirúrgico da obesidade foram definidos por reunião de consenso promovida pelos *National Institutes of Health* (NIH) dos Estados Unidos em 1991, tendo sido adotados no Brasil por portaria do Ministério da Saúde e resolução do

Conselho Federal de Medicina. Tais critérios são baseados em IMC, tempo de evolução da doença e presença de comorbidades, incluindo critérios de exclusão ou contraindicação cirúrgica baseados em idade, afecção psiquiátrica descompensada e causas secundárias de obesidade. Em relação ao IMC, os critérios de indicação são:

- IMC \geq 40 Kg/m², independentemente da presença de comorbidades;
- IMC entre 35 e 40 Kg/m² na presença de pelo menos duas comorbidades.

São consideradas comorbidades, para fins de indicação de tratamento cirúrgico: diabetes *mellitus* tipo II, dislipidemias, hipertensão arterial sistêmica, apneia obstrutiva do sono, esteatose hepática (esteato-hepatite), artropatias graves, discopatias, ovários policísticos e pneumopatias.

2.4.1. Técnicas restritivas

2.4.1.1. Banda gástrica ajustável

A banda gástrica ajustável (BGA) é um dispositivo de silicone constituído de uma banda (ou “cinta”) em formato de anel, um cateter e um portal de ajuste. A banda é posicionada ao redor da porção do estômago próxima à cárdia por técnica cirúrgica baseada em videolaparoscopia, sendo seu ajuste realizado posteriormente de forma gradual no consultório médico ou na sala de raio X para controle do estreitamento do lúmen gástrico. A banda comprime a parede gástrica e diminui o diâmetro interno para passagem de alimentos, à medida em que é feito ajuste por meio da instilação de líquido no portal. Assim, o paciente é obrigado promover maior mastigação e ingerir alimentos com menor velocidade.⁹⁵

Trata-se de método restritivo sem modificação da secreção êntero-hormonal no sentido de beneficiar a saciedade, sendo considerado obsoleto nos dias atuais em caso de obesidade

grave ou utilizado como método acessório para uma primeira redução do peso previamente à cirurgia definitiva e que é, na maioria dos casos, utilizada na rede de saúde suplementar.

Sua utilização contribui para modificações no comportamento alimentar, muitas vezes acarretando na ingestão de alimentos líquidos e pastosos ricos em carboidratos pelo paciente. Também há necessidade frequente de ajustes e, portanto, há acompanhamento contínuo com equipe cirúrgica. O apropriado ajuste da BGA é importante para promoção da perda de peso. Caso seja pouco ajustada, a restrição será insuficiente, o volume de alimentos ingerido será excessivo e a perda de peso será pequena. Por outro lado, em caso de insuflação exagerada, haverá dificuldade para ingestão de alimentos sólidos, que pode resultar em disfagia, regurgitação e sintomas de refluxo gastroesofágico.⁹⁵

As complicações tardias mais frequentes do procedimento incluem prolapso do estômago por baixo da banda (deslizamento, que ocorre em até 5% dos casos) e a erosão da banda para dentro do estômago (migração ou extrusão, que ocorre em aproximadamente 1% dos casos). O quadro clínico do deslizamento é caracterizado por intolerância alimentar, vômitos pós-prandiais e sintomas de refluxo. O diagnóstico pode ser feito com raio X simples, a partir da observação da mudança da banda do seu eixo habitual. O tratamento inicial é o completo esvaziamento da banda, seguido do tratamento cirúrgico, preferencialmente por videolaparoscopia, para reposicionamento da mesma. O tratamento da migração é a retirada cirúrgica (por videolaparoscopia) ou endoscópica da banda.⁹⁵

2.4.1.2. Gastrectomia vertical

A gastrectomia vertical é baseada em ressecção do fundo gástrico, assim, usualmente não é considerada um procedimento puramente restritivo, uma vez que envolve componente hormonal importante (caracterizado pela redução da secreção do hormônio grelina) em

conjunção com redução da capacidade gástrica. A técnica é realizada preferencialmente por videolaparoscopia, a partir de um ponto na grande curvatura a aproximadamente a 4 cm do piloro e em direção ao ângulo de His.⁹⁵

Os resultados com aplicação da técnica em comparação à BGA mostram perda de peso acentuada nos primeiros três anos, resultando em perda de peso média observada de 60% em seguimentos de cinco anos. Assim, sua indicação tem aumentado substancialmente nos últimos anos, sendo atualmente a segunda operação bariátrica mais realizada no mundo (somente ultrapassada pela derivação gastrojejunal).⁹⁵

Alguns aspectos técnicos que determinam o volume da bolsa gástrica ao final da gastrectomia podem interferir no resultado final, explicando ausência de consenso observada na literatura. O procedimento realizado no HC-FMUSP é baseado em estudo do volume da câmara gástrica por meio de tomografia com reconstrução em 3D e medição do volume gástrico feita com programa específico.⁹⁵

Há evidências de que a perda de peso seja inferior à da derivação gastrojejunal entre pacientes com $IMC > 50 \text{ Kg/m}^2$. A técnica também tem sido indicada em situações de exceção, ou seja, pacientes candidatos a cirurgia bariátrica que apresentam condições desfavoráveis para realização de desvio intestinal (anemia crônica, distúrbios do metabolismo do cálcio, hepatopatia crônica, idade mais avançada, pacientes muito jovens, cirurgia intestinal prévia, entre outras).⁹⁵

O método é irreversível, ao contrário da BGA, apresentando incidência de complicações precoces maiores (principalmente fistula e sangramento). A atenção a detalhes técnicos na operação é de suma importância para redução do estômago no formato adequado. Caso contrário, há aumento na incidência de complicações precoces e tardias (principalmente refluxo gastroesofágico) e reganho de peso em longo prazo. A técnica também tem sido avaliada como eficaz em relação ao controle de comorbidades. Em relação ao controle do diabetes, em

particular, tem apresentado maior eficácia em pacientes com grau mais leve da doença e menor eficácia nas formas mais graves (pacientes mais velhos, maior tempo de duração da doença, menor reserva pancreática, etc.).⁹⁵ Uma vez que a técnica não envolve desvio intestinal, não são esperados graves problemas relacionados a carências nutricionais. Entretanto, alguns estudos demonstraram necessidade de reposição periódica de vitamina B12; assim, recomenda-se suplementação vitamínica e de micronutrientes nos primeiros meses de pós-operatório, na fase de adaptação alimentar.⁹⁵

2.4.2. Técnica mista restritiva e disabsortiva

2.4.2.1. *Bypass* gástrico em Y de Roux (BGYR)

O modelo cirúrgico atual de *bypass* gástrico em Y de Roux (bolsa gástrica pequena junto à grande curvatura, alça alimentar de 100-120 cm e alça biliopancreática de 50-60 cm) é fruto do desenvolvimento e aprimoramento de técnicas empregadas a partir do final dos anos 1960. A padronização técnica das operações, a evolução do material cirúrgico e equipamento anestésico (conferindo segurança aos procedimentos) e os resultados do tratamento cirúrgico da obesidade grave pelo método conduziram a aumento expressivo do número de cirurgias realizadas a partir do final da década de 1990, de aproximadamente 10.000 para mais de 100.000 por ano nos Estados Unidos entre 1998 e 2003.⁹⁵

Paralelamente, o advento da cirurgia laparoscópica e a divulgação da técnica para realização das derivações gastrojejunais por diferentes autores tornaram a via preferencial para realização do procedimento. Utilizando-se alça biliopancreática de 100 cm e alça alimentar de 150 cm, observou-se melhor perda de peso nos pacientes com IMC inicial ≥ 50 Kg/m², porém, há maior risco de desenvolvimento de carências nutricionais.⁹⁵

Em relação aos distúrbios nutricionais, as carências mais frequentemente observadas no procedimento são relacionadas ao *status* de ferro, cálcio e vitamina B12. Há potencial risco de carência de vitamina D ao longo dos anos, mas é mais comum em operações com maior componente disabsortivo, bem como desnutrição proteica.⁹⁵

2.4.2.2. Derivação bilio-pancreática

O desvio biliopancreático com desvio duodenal - chamado “BPD / Duodenal Switch” - é um procedimento com dois componentes: Primeiro, uma bolsa estomacal tubular menor é criada pela remoção de uma porção do estômago, muito semelhante à gastrectomia vertical. Em seguida, uma grande parte do intestino delgado é desviada.⁹⁵

O duodeno, ou a primeira porção do intestino delgado, é dividido logo após a saída do estômago. Um segmento do intestino delgado distal (última porção) é então conectado à saída do estômago recém-criado, para que, o alimento passe por uma bolsa tubular recém-criada e esvazie diretamente no último segmento do intestino delgado.⁹⁵

Aproximadamente três quartos do intestino delgado é desviado do fluxo alimentar. O intestino delgado desviado, que transporta as enzimas biliares e pancreáticas necessárias para a decomposição e absorção de proteínas e gorduras, é reconectado à última porção do intestino delgado, para que possam finalmente se misturar com os alimentos.⁹⁵

Semelhante às outras cirurgias descritas acima, o BPD / DS inicialmente ajuda a reduzir a quantidade de alimentos consumidos. No entanto, com o tempo, esse efeito diminui e os pacientes podem eventualmente consumir quantidades de alimentos próximas às consideradas “normais”. Ao contrário dos outros procedimentos, há uma quantidade significativa de intestino delgado que é desviada do fluxo alimentar.⁹⁵

Além disso, o alimento não se mistura com o suco bilio-pancreático até distalmente no intestino delgado. Isso resulta em uma diminuição significativa na absorção de calorias e nutrientes (principalmente proteínas e gorduras), além de nutrientes e vitaminas dependentes da gordura para absorção (vitaminas e nutrientes solúveis em gordura).⁹⁵ As principais técnicas da cirurgia bariátrica e metabólica são ilustradas na Figura 1.

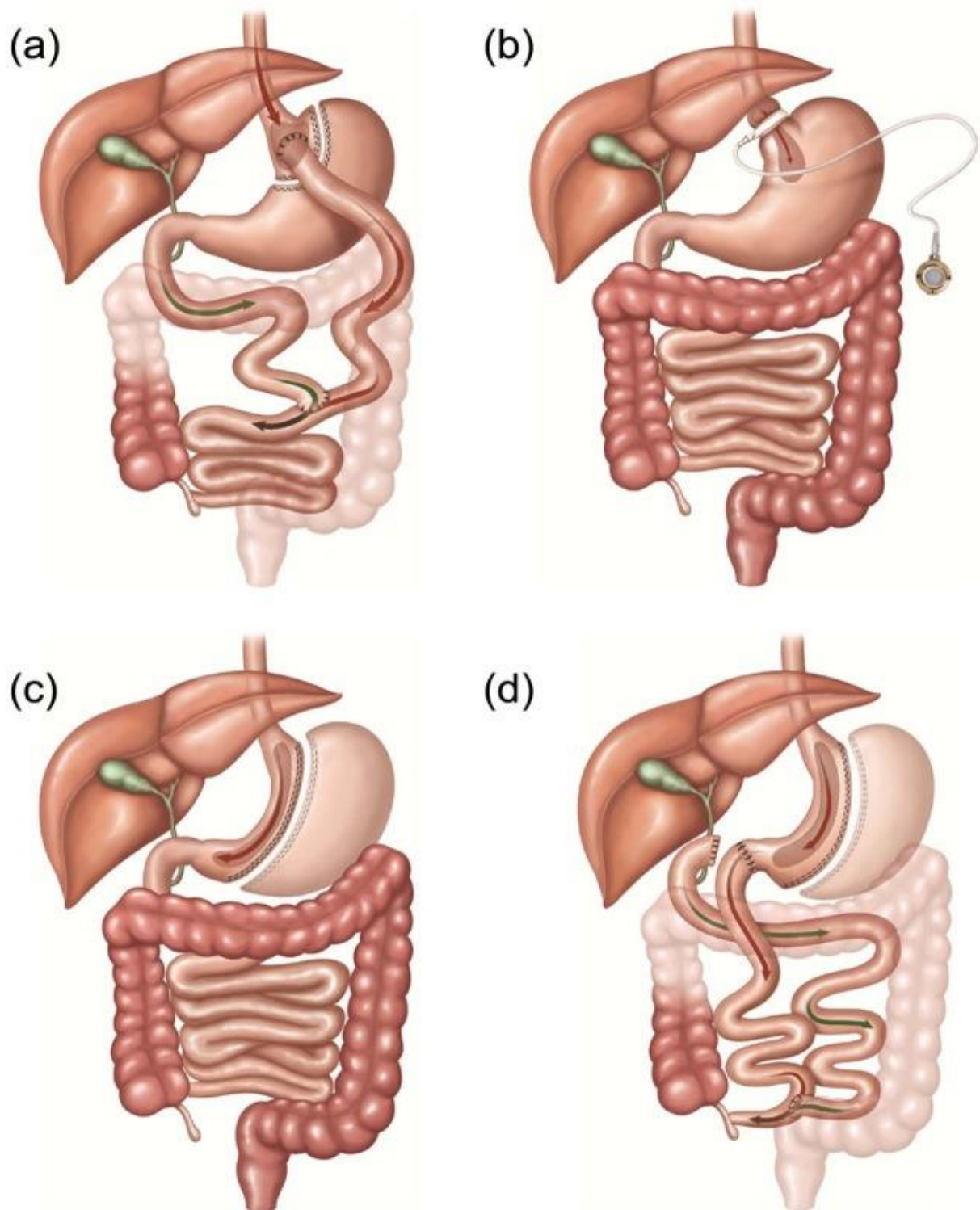


Figura 1. Técnicas de cirurgia bariátrica.

(a) *Bypass* gástrico em Y de Roux; (b) Banda gástrica ajustável; (c) Gastrectomia vertical em manga; (d) Derivação bílio-pancreática. Fonte: Sociedade Brasileira de Cirurgia Bariátrica e Metabólica (2017)².

² <https://www.sbcbm.org.br/tecnicas-cirurgicas-bariatrica/> [Data de acesso: 02 Jul. 2022].

2.5. Impactos socioeconômicos da obesidade

A obesidade constitui um grave problema de saúde pública, assim como um desafio em termos de custos aos sistemas de saúde.⁹⁶ Diversos estudos apontam associação positiva entre incremento da prevalência de obesidade e aumento dos gastos em assistência médica em diferentes países, sendo possível identificar custos diretos e indiretos da obesidade no contexto social.

O custo da obesidade tem sido avaliado por meio do levantamento de seus efeitos em termos de gastos diretos e indiretos em saúde. Os custos diretos incluem gastos com prevenção da doença, avaliação, diagnóstico e tratamento de morbidades e comorbidades (como diabetes, doenças cardíacas, hipertensão, síndrome metabólica, apneia do sono, câncer e doenças osteoarticulares). Os custos diretos da obesidade também representam uma parcela dos custos sociais globais da obesidade, incluindo ações de prevenção, diagnóstico e tratamento.

Os custos indiretos incluem custos associados à diminuição das expectativas de retorno econômico decorrente de mortalidade precoce, diminuição da capacidade produtiva do trabalho e diminuição de horas trabalhadas devido a faltas por doença, assim como perdas relacionadas à redução da qualidade de vida. Ademais, há outros custos potenciais à sociedade em termos de necessidade de alterações em móveis, instalações, reforços estruturais e mesmo em poltronas de aviões ou assentos preferenciais maiores para indivíduos obesos.⁸⁷

Estima-se que entre 2% a 8% dos gastos em saúde em nível mundial são decorrentes de tratamentos associados à obesidade.⁸⁸ Em termos de custos diretos de tratamento de pacientes com sobrepeso ou obesidade, verificou-se que correspondem a uma proporção entre 6% e 10% do orçamento nacional para saúde em países europeus e nos EUA.^{87,97,98}

Os custos da obesidade em 25 nações na União Europeia foram calculados em £ 34 bilhões por ano,⁹⁹ cerca de 2,5% dos dispêndios em saúde. Estima-se que custos associados ao

sobrepeso e à obesidade alcancem aproximadamente € 40,5 bilhões e € 81,0 bilhões na União Europeia em 2025, respectivamente.^{2,80,100} Em termos de prevalência, calcula-se que ocorrerá incremento dos custos totais para o tratamento em saúde entre 35% a 48% da população em 2030.^{87,101}

No Reino Unido, calcula-se que custos diretos do sobrepeso e da obesidade representam em torno de £ 4,3 bilhões e £ 48 bilhões por ano, respectivamente.⁷ Ademais, alguns estudos no Reino Unido mostram que indivíduos com IMC entre 20 e 21 Kg/m² têm custos em saúde que correspondem à metade dos custos em saúde de indivíduos com IMC de 40 Kg/m²;¹⁰² além de efeitos sobre salários dos trabalhadores: em geral, trabalhadores obesos têm maiores gastos em termos de seguros em saúde pagos pelas empresas, conduzindo à redução dos salários ao longo do tempo.¹⁰³

Nos Estados Unidos, os custos diretos em saúde com tratamento da obesidade têm sido calculados em aproximadamente US\$ 75 bilhões por ano; sendo considerados subestimados pela ausência de custos indiretos ou valores associados ao tratamento da população com sobrepeso.² A partir das tendências atuais, a obesidade deve atingir 50% da população adulta nos Estados Unidos em 2030, resultando em acréscimo de US\$ 66 bilhões por ano no tratamento de doenças relacionadas à obesidade.

No Brasil, estudo realizado em 2012 estimou custos com tratamento da obesidade e morbidades relacionadas em torno de US\$ 2,152 bilhões, equivalente a 0,09% do PIB brasileiro, cifra semelhante a países da Europa (0,09%-0,61% do PIB).¹⁰⁴ Os custos diretos da obesidade no Brasil totalizam US\$ 269,6 milhões, cerca de 1,86% dos gastos em assistência em saúde de média e alta complexidade, sendo aproximadamente US\$ 64,2 milhões somente para obesidade mórbida (23,8% dos gastos), cuja prevalência é somente 0,8%, representando um custo 4,3 vezes superior aos custos da obesidade, cuja prevalência é 14,8%.^{35,55,98,105-108}

Os custos indiretos da obesidade também representam ônus considerável, especialmente a partir de perdas relacionadas ao absenteísmo, à aposentadoria precoce ou à mortalidade. Cawley e col.¹⁰⁹ estimaram custo do absenteísmo devido à obesidade em torno de US\$ 4,3 bilhões nos Estados Unidos.⁵⁶ Ewing e col.¹¹⁰ verificaram que trabalhadores com obesidade mórbida usualmente apresentavam onze vezes mais faltas ao trabalho por doença ou lesão (33 dias por ano versus 3 dias por ano) do que trabalhadores sem obesidade.⁵⁶

Estudo de Finkelstein e cols.⁹⁶ buscou quantificar custos indiretos associados à obesidade, apontando diferenças de produtividade entre mulheres eutróficas em comparação com mulheres com sobrepeso ou obesidade. Mulheres com sobrepeso apresentaram perdas em torno de 0,5 dias, enquanto mulheres com obesidade grau I, II e III tiveram perdas de 1,8, 3 e 5 dias, respectivamente, resultando em custos por absenteísmo estimados em US\$ 2,95 bilhões.^{56,110}

Na Inglaterra, o sistema público de saúde estimou custo correspondente a 18 milhões de dias de trabalho perdidos devido às comorbidades, assim como 31 mil mortes por ano, resultando em 40 mil anos de trabalho perdidos devido à diminuição da expectativa de vida de aproximadamente nove anos para cada indivíduo com obesidade.⁸⁷ Somente custos diretos e indiretos relacionados à ocorrência de doenças cardiovasculares entre indivíduos obesos somaram US\$ 403,1 bilhões em 2006 os EUA, segundo a *American Heart Association*.^{2,111,112}

Estudos sobre custos relativos à obesidade nos países desenvolvidos sugerem que ações para prevenção do aumento do peso constituem estratégias para contenção do rápido aumento dos gastos em saúde.^{98,112} Além disso, estudo de Sturm & Wells¹¹³ indicou que custos relacionados ao tratamento da obesidade são superiores aos custos associados ao tratamento de problemas relacionados ao fumo, consumo de álcool e pobreza.

Apesar dos diversos estudos, limitações em dados epidemiológicos disponíveis conduzem a estimativas incompletas quanto ao ônus da obesidade nos serviços em saúde. O

impacto econômico mundial da obesidade mórbida é considerável: estima-se que entre 2% e 8% dos gastos em saúde sejam associados à condição. Os custos envolvidos no manejo do paciente obeso constituem um desafio aos sistemas de saúde, tanto no caso do setor público, quanto no setor privado.¹¹⁴

Indivíduos adultos obesos representam custos em saúde significativamente superiores aos custos em saúde de indivíduos adultos eutróficos.⁹⁶ Em geral, indivíduos obesos realizam visitas ambulatoriais com maior frequência (aumento de 38%) e apresentam internações mais prolongadas (aumento de 34% a 74% em dias de internação) em comparação com indivíduos eutróficos.^{96,111} Indivíduos com IMC superior a 30 Kg/m² utilizam maior número de medicamentos e têm 3,4 vezes mais doenças cardiovasculares.^{96,105}

Estudo recente apontou que o custo em saúde para indivíduos com IMC \geq 30 Kg/m² foi 30% superior ao custo de indivíduos com IMC $<$ 25,4 Kg/m². Wang e cols.⁶⁶ mostraram que pacientes com IMC \geq 35 Kg/m² tiveram aumento de US\$ 600 em custos diretos médicos e US\$ 413 em medicamentos ao ano (aproximadamente 4% e 7% de custo adicional, respectivamente), em comparação com indivíduos com IMC \leq 30 Kg/m².⁶⁶ Ademais, cada aumento de 5 Kg/m² no IMC resultou em incremento de 30% na mortalidade geral, apontando uma redução média de 2 a 4 anos de vida entre indivíduos com IMC entre 30 e 35 Kg/m², assim como redução de 8 a 10 anos de vida entre indivíduos com IMC 40 a 45,8 Kg/m².⁸⁶

Andreyeva e cols.¹⁰⁸ observaram custos em saúde duas vezes maiores no atendimento de pacientes com IMC \geq 40 Kg/m² em comparação com indivíduos eutróficos. Outros estudos também apontaram incremento nos custos em saúde entre indivíduos com diagnóstico de obesidade. Em particular, identificou-se custo anual 81% superior em comparação com custos em saúde de indivíduos sem obesidade.^{96,105}

Em revisão sistemática conduzida por Tsai e cols.,¹¹¹ identificou-se aumento de US\$ 3,012 nos custos em saúde (68% maiores) em comparação com indivíduos eutróficos, sendo

aumento de 38% em consultas médicas e entre 34% e 74% em internações. Além disso, os indivíduos obesos têm, em média, maior probabilidade de consumir medicamentos e ter doenças cardiovasculares.⁹⁶

Há evidências que a redução no IMC em torno de 1%, potencialmente resulta em diminuição de comorbidades associadas, assim como queda substancial nos respectivos custos.^{87,101} Estimativas apontam que, a cada 1% de ganho de peso corporal, há evidências de aumento de 3,6% nos gastos em saúde; enquanto uma redução de 1% do peso corporal representa diminuição de 5,8% nos custos anuais em saúde.^{86,101,115}

Considerando os elevados custos em saúde relacionados à obesidade, políticas de prevenção têm sido promovidas para a redução da prevalência de obesidade em nível mundial e nacional. Evidências em alguns estudos apontaram custo-efetividade favorável à realização de cirurgia bariátrica como estratégia de intervenção para redução da obesidade, tendo retorno dos gastos cirúrgicos em aproximadamente 2,5 anos devido à diminuição de comorbidades e ao aumento da sobrevida, que conduzem à diminuição dos gastos em saúde e aumento da produtividade, estimada em 18% ao ano, sendo de 57% em profissionais liberais.^{109,116}

A seguir, apresenta-se um quadro-resumo com principais dados de custos dos tratamentos de paciente com sobrepeso ou obesidade (Quadro 3).

Quadro 3. Custos em longo prazo para tratamento de obesidade.

Ref.	Objetivo	Local	Tipo de estudo	Características da população	Período	Custos
2	Custos associados à prevalência de DCNT por obesidade	Europa (46 países)	Epidemiológico / Prevalência	Indivíduos com sobrepeso e obesidade 150 milhões de adultos (>18 anos) 15 milhões de crianças (<18 anos)	1999-2007	US\$ 19,600-36,500 (8 anos) € 32,8 bilhões por ano
100	Avaliação dos custos da obesidade	EUA	Epidemiológico	Indivíduos adultos (>18 anos, exclusive gestantes) Usuários do MEDICARE, MEDICAID e serviços privados 10.597 (1998) 21.877 (2006)	1998-2006	US\$ 148 bi (2008) US\$ 1,429 per capita/ano
96	Avaliação dos custos da obesidade	-	Revisão sistemática	Estimativa de indivíduos adultos obesos na população mundial (>18 anos)	1976-2003	US\$ 139 bi (2003)
105	Avaliação dos custos da obesidade	EUA	Epidemiológico	Indivíduos adultos com obesidade mórbida (IMC>40 Kg/m ²) 16.262 adultos (>18 anos)	2000	US\$ 4,399 per capita/ano
7	Avaliação dos custos da obesidade	Reino Unido	Epidemiológico	Indivíduos adultos (>18 anos) com sobrepeso e obesidade Usuários de 66 hospitais especializados	2007-2010	£ 382-1,295 per capita/ano
87	Avaliação dos custos da obesidade	Reino Unido	Epidemiológico / Populacional	População com sobrepeso e obesidade na UE e EUA 344 mil cirurgias bariátricas no mundo Adultos (>18 anos)	-	£ 68 bi (25 países europeus) £ 5,000 - £ 10,000 por cirurgia bariátrica
97	Custos associados à prevalência de DCNT por obesidade	Reino Unido, Austrália e EUA	Epidemiológico	Indivíduos adultos (>18 anos) com sobrepeso e obesidade	2002-2010	£ 400 per capita em medicamentos £ 1 bi em DCNT
2	Custos associados à prevalência de DCNT por obesidade	Europa (46 países)	Epidemiológico / Prevalência	880 milhões de indivíduos adultos (>18 anos), adolescentes e crianças com sobrepeso e obesidade	1999-2007	US\$ 19,600-36,500 per capita (8 anos)
111	Avaliação dos custos diretos médicos com obesidade	EUA	Revisão sistemática	Indivíduos adultos (>18 anos) com sobrepeso e obesidade	1992-2008	US\$ 266 - 1,723 per capita US\$ 113,9 bi (2008)
104	Avaliação dos custos atribuídos aos riscos de DCNT do paciente obeso	Brasil	Revisão sistemática com meta-análise	Indivíduos adultos (>18 anos) com sobrepeso e obesidade	2008-2010	US\$ 2,152 bi/ano (2011)

(continua)

(continuação)

Ref.	Objetivo	Local	Tipo de estudo	Características da população	Período	Custos
115	Avaliação dos custos de pacientes obesos com diabetes tipo 2	EUA (Massachusetts)	Estudo de coorte / Custo da doença	458 pacientes adultos (>20 anos) com obesidade e diabetes tipo 2	1997-2005	Ganho de peso = US\$ 3,167/ano Perda de peso = US\$1,852/ano
106	Previsão de custos futuros com DCNT	EUA e Reino Unido	Estudo epidemiológico / Revisão sistemática	65 milhões (EUA) e 11 milhões (RU) de indivíduos adultos (>18 anos) com sobrepeso e obesidade	-	US\$ 48 - 66 bi em 2030 (EUA) £ 1,9 - 2,0 bi em 2030 (RU) US\$ 3,792 per capita/ano
108	Avaliação dos custos da obesidade moderada e severa	EUA	Estudo epidemiológico	19.648 indivíduos adultos aposentados (54-69 anos) com obesidade moderada e severa	2002	Homens = US\$ 8,017/ano Mulheres = US\$ 8,440/ano
110	Avaliação dos custos de pacientes obesos com diabetes tipo 2	EUA (Carolina do Sul)	Estudo epidemiológico	371.200 indivíduos adultos (>20 anos) com obesidade e diabetes tipo 2	2002-2012	US\$ 17,993 por cirurgia bariátrica US\$ 946,9/ano por paciente operado US\$ 7,885,57/ano por paciente não operado
117	Avaliação dos custos de pacientes obesos com diabetes tipo 2	EUA	Estudo epidemiológico	7.043 indivíduos adultos (>20 anos) com obesidade e diabetes tipo 2	2008-2012	US\$ 12,907/ano para pacientes obesos grau II
118	Avaliação dos custos de pacientes obesos com diabetes tipo 1 e 2	EUA	Estudo retrospectivo	34.469 indivíduos adultos (>18 anos) com obesidade e diabetes tipo 2 1.837 indivíduos adultos (>18 anos) com obesidade e diabetes tipo 1	2007	DMT2 = US\$ 14,912/ano DMT1 = US\$17,492/ano
56	Avaliação dos custos da obesidade	EUA	Revisão sistemática	Indivíduos adultos (>18 anos) com obesidade submetidos a cirurgia bariátrica	2001-2011	US\$ 17,000 - 26,000 por cirurgia bariátrica
119	Custos da diabetes e utilização de medicamentos hipoglicemiantes	EUA (7 estados)	Estudo retrospectivo	2.235 indivíduos adultos (>18 anos) com obesidade e diabetes tipo 2 submetidos a cirurgia bariátrica	2002-2005	US\$ 29,959 (cirurgia) US\$ 6,992 (1º ano) US\$ 4,197 (2º ano) US\$ 1,878 (3º ano)
120	Avaliação dos custos de comorbidades em pacientes obesos	EUA	Custo da doença	51 pacientes adultos (>18 anos) obesos (IMC>40) com diabetes submetidos a cirurgia bariátrica	2001-2002	US\$ 136.89 ± 206.60 (medicamentos antes cirurgia) US\$ 26.58 ± 107.05 (medicamentos após cirurgia)

Fonte: Elaboração própria, a partir de revisão de literatura. Obs.: IMC = Índice de Massa Corporal; DMT1 = diabetes *mellitus* tipo 1; DMT2 = diabetes *mellitus* tipo 2.

Há ligação inegável entre maior prevalência de obesidade e maiores gastos diretos e indiretos em saúde.^{80,100} As questões relacionadas aos custos econômicos da obesidade em termos de assistência em saúde, redução da qualidade e expectativa de vida e perda de produtividade e bem-estar de populações em diferentes países têm resultado em duas hipóteses nos estudos relacionados à seleção da cirurgia bariátrica como estratégia de tratamento para obesidade moderada a severa.¹²¹

A primeira hipótese refere-se à superioridade da cirurgia bariátrica em termos de efetividade terapêutica e eficiência econômica no tratamento da obesidade e comorbidades relacionadas à obesidade, em comparação aos medicamentos atualmente utilizados para redução de peso corporal. A segunda hipótese refere-se à comparação dos custos de execução da cirurgia bariátrica em relação aos benefícios obtidos durante período de tempo bastante razoável.¹²¹

Apesar de existir, de fato, uma frequência não desprezível de casos em que existe recidiva da obesidade e reganho de peso (aproximadamente 20%), a cirurgia bariátrica é considerada uma solução permanente para perda de peso corporal em longo prazo.¹²²

Ademais, há redução em torno de 23,7% na mortalidade após dez anos da realização da cirurgia bariátrica entre pacientes submetidos ao procedimento, em comparação com pacientes eutróficos. A mortalidade ajustada por sexo, idade e fatores de risco usualmente apresenta redução em torno de 30,7%, causada principalmente pela diminuição do risco cardiovascular.^{56,78,81,87} Em termos de riscos associados à cirurgia bariátrica, segundo o *International Bariatric Surgery Registry*, a mortalidade situa-se em torno de 0,17% entre pacientes com obesidade grau III.^{123,124}

Diversos estudos apontam custos elevados no tratamento de várias comorbidades associadas à obesidade, assim como redução da sobrevida dos pacientes obesos em relação aos pacientes eutróficos. Embora inicialmente a cirurgia bariátrica envolva procedimentos de alto

custo em curto e médio prazo, há recuperação dos custos em decorrência de alta efetividade no combate à obesidade e suas comorbidades.¹¹⁶

Em geral, evidências apontam economia significativa de recursos a partir do terceiro ano após realização da cirurgia, incluindo redução dos gastos em assistência à saúde, aumento do nível de emprego (18%) e produtividade no trabalho (57%) entre pacientes submetidos à cirurgia, assim como redução de comorbidades das doenças. A cirurgia bariátrica constitui uma das intervenções de combate à obesidade moderada a severa de maior razão custo-efetividade aos sistemas de saúde.¹¹⁶

Alguns estudos apontam incremento nos custos diretos em assistência à saúde nos primeiros seis meses antes da cirurgia, principalmente devido aos exames laboratoriais e testes diagnósticos necessários para garantia de maior segurança na cirurgia, em seguida, há redução dos custos ao longo do primeiro ano após a cirurgia, devido à diminuição de gastos com medicamentos e testes diagnósticos.⁸⁵ Tais custos incrementais são usualmente recuperados pelo decréscimo dos custos totais em assistência à saúde no período entre dois a quatro anos após a cirurgia.¹²⁵

O aumento da prevalência de obesidade na população brasileira, acompanhado de regulamentação da cirurgia bariátrica pelo Sistema Único de Saúde (SUS) em 1999, conduziram à elevação constante no número de procedimentos cobertos pelo sistema público de saúde ao longo das últimas décadas. Há listas de esperas anuais de pacientes em diversos hospitais credenciados, sendo que houve incremento em torno de sete vezes no número de procedimentos entre 2000 e 2006.¹⁷

Entre 2008 e 2018, 73.976 cirurgias bariátricas foram conduzidas no sistema de saúde brasileiro. Em 2019, último ano considerado em funcionamento pleno da capacidade dos sistemas de saúde no atendimento à população antes da epidemia de COVID-19, foram realizadas 10.852 cirurgias bariátricas no país. De acordo com dados de 2017, 105.642 cirurgias bariátricas foram realizadas no serviço de saúde suplementar e 10.089 (9,5%) no contexto do

Sistema Único de Saúde.¹²⁶ Aproximadamente 75% da população brasileira depende do serviço público de saúde, conseqüentemente, o número de cirurgias bariátricas realizadas gratuitamente situa-se bastante aquém da necessidade da população de menor renda no país.^{17,34}

Há uma demanda crescente pela realização da cirurgia bariátrica entre pacientes com obesidade moderada a grave; entretanto, a oferta de vagas ainda é insuficiente, resultando em filas de espera prolongadas, considerando-se que aproximadamente 1,5 milhão de adultos tenham obesidade mórbida no Brasil.¹⁷ A seguir, apresenta-se um quadro-resumo com principais informações extraídas de estudos sobre custos da cirurgia bariátrica (Quadro 4).

Quadro 4. Evidências de estudos sobre custos da cirurgia bariátrica.

Ref.	Objetivo	Local	Tipo de estudo	Características da população	Participantes	Período de estudo	Custo
35	Avaliação de custos diretos médicos associados à obesidade	Brasil	Análise econômica Custo da doença	População adulta (>18 anos) com sobrepeso e obesidade	55.970 donos de casa 188.461 entrevistados	2008-2009	US\$ 269,6 milhões (custo doença) US\$ 17,4 milhões (cirurgia bariátrica)
85	Avaliação de custos e qualidade de vida de pacientes obesos	EUA	Análise custo-utilidade	Pacientes adultos (>18 anos) obesos submetidos a cirurgia bariátrica	221 pacientes	2001-2005	US\$ 10,393 - 11,705 por cirurgia bariátrica US\$ 49 mil/QALY
87	Avaliação de custos da cirurgia bariátrica	União Europeia e EUA	Epidemiológico	Pacientes adultos (>18 anos) com sobrepeso e obesidade submetidos a cirurgia bariátrica	344 mil pacientes	-	£ 68 bi (25 países europeus) £ 5,000 - 10,000 por cirurgia bariátrica
125	Avaliação de custos da cirurgia bariátrica	EUA	Epidemiológico	Pacientes adultos (>18 anos) obesos submetidos a cirurgia bariátrica	3651 pacientes	1999-2005	US\$ 26,000 por cirurgia (aberta) US\$ 17,000 por cirurgia (laparoscopia)
127	Avaliação de custos da cirurgia bariátrica	Reino Unido	Revisão sistemática Análise custo-efetividade Análise custo-utilidade	Pacientes obesos (IMC>30) de várias idades submetidos a cirurgia bariátrica	26 estudos	Até 2000	£ 2,000 - 4,000/QALY
128	Avaliação de custos da cirurgia bariátrica	Reino Unido	Revisão sistemática Análise custo-efetividade Análise custo-utilidade	Pacientes com obesidade mórbida (IMC>40) de várias idades submetidos a cirurgia bariátrica	17 estudos	Até 2001	£ 6,289 - 10,237/QALY

Fonte: Elaboração própria, a partir de revisão de literatura. Obs.: QALY = anos de vida ajustados por qualidade.

Sistemas de saúde ao redor do mundo empregam diferentes maneiras para estimativa do custo e pagamento (ou reembolso) do valor da cirurgia bariátrica. Estudo norte-americano estimou o custo da cirurgia bariátrica em hospital particular em aproximadamente US\$ 45 mil. Entretanto, este valor não deve ser considerado exato, pois procedimentos invasivos como o BGYR apresentam maior custo do que a BGA, porém, o último pode apresentar custos elevados em curto período de tempo, devido a necessidade de reintervenção e ajustes.⁸⁷

Estudos mostram que a concentração do custo da cirurgia bariátrica ocorre em um período de um a quatro anos em sistemas de saúde dos Estados Unidos, Canadá e Reino Unido. Em seguida, o custo cumulativo anual pós-cirúrgico torna-se bastante inferior ao custo do tratamento no indivíduo obeso não operado.⁸⁷

O tratamento medicamentoso da obesidade pode alcançar £ 400 por paciente por ano no Reino Unido, sendo particularmente concentrado em prescrições do Orlistat, um dos medicamentos para tratamento da obesidade, que aumentaram de 18 mil em 1998 para 340 mil pacientes em 2012.⁹⁷ Por outro lado, o custo médio da cirurgia bariátrica com técnica BGYR situava-se em torno de US\$ 14.676 ± US\$ 5.299, incluindo custo de utilização do leito hospitalar, materiais e medicamentos (US\$ 10.508 ± US\$ 3.704) e da mão de obra médica (US\$ 4.168 ± US\$ 1.595).¹²⁰

Estudo conduzido por Yu e cols.¹¹⁵ apontou uma redução de 3,1% a 3,6% nos custos totais em saúde e de 5,8% nos custos com tratamento da DMT2 por ano para cada 1% de perda de peso, sendo que os benefícios foram maiores para indivíduos com IMC ≥ 30 Kg/m².¹¹⁵ Cremieux e cols.¹²⁵ obtiveram resultados semelhantes, apontando economia de recursos mensais da ordem de US\$ 500 após um ano e meio da cirurgia bariátrica e retorno dos gastos com cirurgia bariátrica, na perspectiva dos seguros de saúde nos Estados Unidos, após 53 meses para cirurgia laparotômica e 25 meses após cirurgia bariátrica via laparoscópica.

Outro estudo mostrou redução na utilização de medicamentos para hipertensão e diabetes após cirurgia bariátrica com consequente redução dos gastos. Antes da cirurgia, os

pacientes apresentavam custo de US\$ 187,24 ± US\$ 237,41 e, após a cirurgia bariátrica, o custo mensal com medicamentos foi reduzido para de US\$ 42,53 ± US\$ 116,60 ($p < 0.001$).¹²⁰

Estudos que incluem modelos de simulação têm indicado potencial de economia de recursos pela adoção baseada em cirurgia bariátrica, considerando custos em saúde gerados no tempo da expectativa de vida do indivíduo.^{129,130}

Estimou-se economia de recursos da ordem de US\$ 5,4 milhões em tratamentos para DMT2 a cada 1.000 pacientes em um período de 10 anos devido à realização de cirurgia bariátrica nos Estados Unidos.¹¹⁰ Os custos anuais do tratamento ou acompanhamento da DMT1 e DMT2 tiveram redução de US\$ 423 e US\$ 239, respectivamente, após a cirurgia bariátrica no país. Além disso, a redução de comorbidades relacionadas à obesidade, resultaram em diminuição da necessidade de testes clínicos e nutricionais, contribuindo à redução dos custos em saúde durante a vida do paciente.^{117,118,131}

Makary e cols.¹¹⁹ apontaram que 75% dos pacientes submetidos a cirurgia bariátrica eliminaram por completo a utilização de medicamentos para tratamento de diabetes após 6 meses da cirurgia, 81% após 12 meses e 85% após 24 meses. Os gastos com medicamentos por paciente observados antes da cirurgia situavam-se em torno de US\$ 6.375 e apresentaram queda para US\$ 4.197 após um ano da cirurgia bariátrica e para US\$ 1.878 após o segundo ano.

Estudo conduzido por Hawkins e cols.⁵⁶ observou que pacientes obesos apresentavam produtividade 83% menor, associada a menores salários e menor nível de emprego, em comparação com indivíduos de peso normal. A partir do tratamento via BGYR e a BGA, ocorreu melhoria significativa da produtividade, incluindo aumento de 32% em pacientes com atividade remunerada e incremento de horas trabalhadas semanais de 30,1 para 35,8 horas, além de diminuição de limitações físicas e emocionais e redução dos pedidos de benefícios assistenciais ao Estado.

O estudo *Swedish Obese Subjects* (SOS), realizado em pacientes após cirurgia bariátrica acompanhados por 10 anos, apontou redução de 23,7% na mortalidade global, comparado com

indivíduos obesos sem tratamento. Ademais, houve redução de 30,7% na mortalidade ajustada por idade, sexo e fatores de risco, gerando aumento da longevidade principalmente pela redução do risco cardiovascular.^{56,78,81}

No Brasil, Sussenbach e cols.⁸⁸ apontaram redução de 30% nos custos em saúde após 36 meses da cirurgia bariátrica entre pacientes com múltiplas comorbidades, 32% em pacientes com duas comorbidades e 19% em pacientes com uma comorbidade. Tais reduções nos custos em saúde ocorreram principalmente pela redução de 97% nos diagnósticos de DM2, 98% em hipertensão arterial e 95% em dislipidemias.

2.6. Avaliação econômica em saúde

O crescimento exponencial dos gastos com saúde em diferentes países é resultante do desenvolvimento e incorporação de inovações tecnológicas em saúde, além da ocorrência de transição demográfica e epidemiológica nas respectivas populações.^{132,133} Atualmente, os gastos per capita com assistência em saúde nos 29 países membros da *Organization for Economic Co-Operation and Development* (OECD) situam-se entre US\$ 391 e US\$ 4.000 ($\mu =$ US\$ 1.725).^{134,135}

O incremento dos dispêndios em saúde como proporção do Produto Interno Bruto (PIB) na maioria dos países resulta em pressão sobre orçamentos dos indivíduos, governos e sistemas de saúde, conduzindo ao maior interesse nos estudos de avaliação econômica em saúde. Considerando o incremento significativo dos custos em saúde decorrentes de sobrepeso e obesidade, especialmente associados às comorbidades relacionadas, há necessidade de priorização de ações de prevenção e tratamento da obesidade em políticas de saúde, tendo em vista impacto nos custos futuros dos sistemas de saúde.

Os custos das intervenções tornam-se relevantes nas decisões em políticas de saúde;^{107,108} sendo que, no caso da cirurgia bariátrica, têm ocorrido avanços em prol da melhoria

de técnicas cirúrgicas que promoveram aumento da sobrevivência dos pacientes, entretanto, estudos sobre os custos de intervenção em doenças ainda são focalizados em poucas dimensões do tratamento.^{88,111}

A partir da popularização da cirurgia bariátrica como tratamento de maior sucesso na perda de peso em longo prazo, assim como resolução de múltiplas comorbidades e complicações associadas,¹²² houve incremento dos estudos sobre custos ou desfechos em saúde deste procedimento nos últimos anos. Entretanto, ainda há escassez de evidências quanto aos custos e aos desfechos em saúde em curto, médio e longo prazo decorrentes das diferentes estratégias de prevenção e tratamento do paciente com obesidade ou sobrepeso.¹³⁶

Alguns poucos estudos de avaliação econômica sobre cirurgia bariátrica propõem duas hipóteses quanto ao sucesso da intervenção. A primeira hipótese aponta maior efetividade terapêutica da cirurgia associada a menor custo no tratamento da obesidade e das comorbidades relacionadas em comparação ao tratamento exclusivamente medicamentoso. A segunda hipótese identifica benefícios econômicos da cirurgia bariátrica referentes à redução das despesas em saúde para tratamento de comorbidades do paciente em médio e longo prazo, que compensam o alto custo da intervenção.^{105,121,137,138}

Segundo Drummond e cols.,¹³⁹ a escassez de recursos para assistência em saúde em combinação com o crescente desenvolvimento de inovações tecnológicas de alto custo em saúde excedem a capacidade de pagamento disponível nos sistemas de saúde. Isso exige que sejam feitas escolhas para priorização dos atendimentos em saúde, de forma a contemplar significativa proporção populacional a um custo aceitável, a partir de um conjunto de resultados esperados em saúde. Por outro lado, há debates acerca da impossibilidade de atribuir preço à saúde dos indivíduos e populações, em vista das implicações éticas, particularmente em vista da possibilidade de economias de escala em sistemas de saúde apropriadamente organizados.^{119,140}

A busca pela maximização da eficiência na utilização dos recursos econômicos em saúde é apoiada por técnicas de investigação da utilização dos recursos, respectivos custos e potenciais ganhos de saúde da população, no campo da avaliação econômica em saúde.

A avaliação econômica em saúde propõe identificação, quantificação, comparação e avaliação de custos e desfechos de ações em saúde, incluindo-se intervenções para promoção da saúde, prevenção de morbidades e tratamento de doenças e agravos em saúde.^{102,141,142} É uma ferramenta que possibilita melhor compreensão, distribuição e eficiência na utilização dos recursos para assistência em saúde; além de permitir priorização dos gastos no setor público a partir da análise de alocação de recursos em relação aos resultados esperados para tomada de decisão orçamentária.¹⁴³

Atualmente, diversos países exigem estudos de avaliação econômica como parte do processo de tomada de decisão das escolhas de políticas públicas em saúde. A Austrália foi o primeiro país a exigir estudos baseados em análise custo-efetividade como parte do processo de decisão de incorporação de medicamentos no sistema de saúde em 1993, iniciativa seguida por vários outros países.

Diversas instituições foram criadas para construção de recomendações quanto à condução de avaliações econômicas em saúde, incluindo propostas de padronização dos estudos para garantia de comparabilidade de resultados em análises econômicas conduzidas em várias localidades;^{7,144} como *The National Institute for Health and Care Excellence* (NICE) do Reino Unido; *The Professional Society for Health Economics and Outcomes Research*, anteriormente conhecida como *International Society for Pharmacoeconomics and Outcomes Research* (ISPOR), *Health Technology Assessment International* (HTAI) e *The International Network of Agencies for Health Technology Assessment* (INAHTA).

No Brasil, o Programa Nacional de Gestão de Custos (PNGC) no âmbito do Sistema Único de Saúde foi criado em 2006 com objetivo promover levantamento de custos dos produtos e serviços, avaliação de resultados e aprimoramento da gestão de custos, em vista da

crecente complexidade das instituições de saúde integradas ao SUS, assim como ausência de qualquer forma de gerenciamento dos custos em cerca de 45% dos hospitais integrados ao SUS em 2005.^{133,145}

Considerando que a capacidade de financiamento de sistemas públicos de saúde é limitada, enquanto há substancial pressão pela incorporação e ampliação dos gastos e da cobertura assistencial, a própria OMS indica impossibilidade de oferta de serviços de saúde de qualidade com cobertura universal da população de uma nação, assim, deve-se prover serviços de saúde essenciais com alta qualidade, gerando uma oferta orientada pelo critério de custo-efetividade.^{79,104,133}

A avaliação econômica de diferentes formas de tratamento disponíveis permite aperfeiçoar a tomada de decisão, considerando fatores orçamentários sem necessariamente interferir nos desfechos em saúde dos pacientes. É possível realizar uma análise do custo de uma determinada intervenção em comparação à sua efetividade em termos de desfechos em saúde obtidos, permitindo conciliar crescentes demandas em saúde com recursos econômicos disponíveis.^{12,35,146}

As etapas da elaboração de avaliação econômica em saúde envolvem sistemática rigorosa, incluindo uma estrutura composta por elementos que dependem do tipo de morbidade em avaliação, assim como sua história natural. Assim, em associação à avaliação econômica, a medicina baseada em evidências (MBE) constitui uma técnica de uso consciente, explícito e criterioso da melhor evidência para tomada de decisão sobre cuidado de pacientes, integrando experiência prática com melhor evidência clínica disponível de pesquisas científicas.²²

Em avaliação econômica, os custos são calculados pela quantificação de custos dos recursos utilizados na intervenção em saúde. A quantificação pode ser feita utilizando um modelo baseado no paciente ou em um modelo baseado no sistema de saúde ou instituição de saúde, diferenciando abordagens de microcusteio e macrocusteio.¹³⁹

Em geral, utilizam-se técnicas de microcusteio para estimativa dos custos de determinadas ações em saúde para avaliação econômica do tipo análise custo-benefício ou análise custo-efetividade, tendo em vista necessidade de detalhamento dos recursos utilizados para cada paciente individualmente, multiplicando-se pelos respectivos preços unitários para obtenção do custo de cada recurso empregado, sendo posteriormente somados para totalização do custo da intervenção.^{147,148} Técnicas de macrocusteio usualmente baseiam-se em valores de custos obtidos em nível agregado de determinada instituição ou nível de governo, dividindo-se custo total pelo número de procedimentos realizados para obtenção de um valor médio por indivíduo sem detalhamento dos insumos utilizados, sendo aplicáveis para análises econômicas gerais.^{149-152,153-156} Assim, o microcusteio permite identificação de recursos que geram diferenças substanciais nos custos de cada paciente de um mesmo grupo; enquanto o macrocusteio falha em detectar diferenças entre indivíduos envolvidos na intervenção.¹⁵⁷

O maior benefício da utilização da técnica de microcusteio refere-se ao nível de detalhamento dos recursos utilizados no tratamento de cada paciente do estudo, considerando diferenças específicas entre quadros clínicos diversos dos pacientes, que permite realizar comparações entre diferentes comorbidades, tempos de acometimento e outras peculiaridades; enquanto a principal desvantagem refere-se à necessidade da aquisição de dados dos recursos utilizados para tratamento de cada paciente individualmente.¹⁴⁹⁻¹⁵² A vantagem do macrocusteio refere-se à facilidade de obtenção de custos a partir de dados agregados em nível institucional; enquanto a desvantagem refere-se à impossibilidade de obtenção de dados individuais.^{151,152,154,155,158,159}

O *U.S. Panel on Cost Effectiveness in Health and Medicine* recomenda utilização da abordagem de microcusteio na estimação dos custos em saúde, como substituição do macrocusteio, diminuindo potenciais vieses decorrentes do uso de valores médios, repasses governamentais, pagamentos ou custos genéricos.^{148,149,162,150-152,157-161} Alguns estudos de

revisão sobre análise econômica em saúde apontam maior precisão na estimativa de custos e valores per capita a partir da aplicação da técnica de microcusteio.^{149,150,158,161}

Entretanto, é importante frisar que a identificação dos recursos utilizados na intervenção em saúde requer conhecimento da perspectiva do estudo, sendo geralmente empregadas três perspectivas: paciente, pagador ou sociedade.¹³⁹ Estudos baseados na perspectiva do paciente focalizam recursos relacionados à participação do paciente na intervenção, como, por exemplo, tempo de espera, tempo de viagem ao estabelecimento de saúde, valor pago pela consulta médica, entre outros. Estudos baseados na perspectiva do pagador ou da instituição de saúde realizam inventário de recursos relacionados à produção da intervenção, ou seja, custo dos recursos humanos, custo dos materiais, entre outros. Estudos baseados na perspectiva da sociedade consideram recursos globalmente empregados para condução da intervenção em saúde na ótica social, incluindo custo de oportunidade (ou seja, uso alternativo dos recursos em outras atividades econômicas).

Por fim, é importante identificar o tipo de avaliação econômica a ser empregado no estudo. Há três principais tipos de avaliação econômica: análise custo benefício, análise custo efetividade e análise custo utilidade. A análise custo benefício apresenta custos e desfechos expressos em unidades monetárias, ou seja, há conversão de desfechos em saúde para valores monetários (por exemplo, conversão de anos de vida ganhos em valores correspondentes à renda auferida pelos indivíduos que obtiveram ganhos de anos de vida adicionais). A análise custo efetividade apresenta custos expressos em unidades monetárias e desfechos expressos em unidades naturais, resultando em razão custo efetividade (por exemplo, custo da intervenção por ano de vida ganho, custo do programa por criança vacinada, entre outros tipos de desfechos em saúde). A análise custo utilidade apresenta custos expressos em unidades monetárias e desfechos expressos em anos de vida ajustados por qualidade ou por incapacidade, resultando em razão custo utilidade (por exemplo, custo por QALY - *Quality Adjusted Life Years* - ou custo por DALY - *Disability Adjusted Life Years*).^{108,142}

Particularmente no caso dos tratamentos para obesidade, estudos de avaliação econômica têm sido baseados em análise custo-efetividade ou análise custo-utilidade. A obesidade é substancialmente associada à ocorrência de comorbidades, incluindo diabetes, hipertensão, doenças cardíacas, apneia obstrutiva, refluxo gastroesofágico, esteatose hepática não alcoólica, doenças articulares degenerativas, hipoventilação, depressão e alguns tipos de câncer.

Assim sendo, o tratamento da obesidade apresenta significativo potencial de incremento da qualidade de vida e da longevidade dos pacientes, reduzindo custos em saúde em longo prazo e diminuindo perdas econômicas diretamente relacionadas à produtividade dos indivíduos, como absenteísmo e presenteísmo.⁵⁶ Estudos mostram que os custos das complicações relacionadas à obesidade ultrapassam os custos do próprio tratamento das comorbidades, tendo em vista a necessidade de maiores doses de medicamentos ou a utilização de medicamentos de alto custo, prolongamento do tratamento, necessidades de internações ou o prolongamento do tempo de internação e maior número de potenciais complicações dos procedimentos em saúde realizados.^{102,141,163}

3. JUSTIFICATIVA

A prevenção de comorbidades relacionadas à obesidade tem sido investigada intensivamente ao longo das últimas décadas como forma de evitar problemas e agravos em saúde, gerando aumento do bem-estar e da qualidade de vida de indivíduos e populações. Entretanto, ainda há poucas evidências quanto aos custos e aos desfechos em médio e longo prazo de estratégias de tratamento da obesidade que resultem em prevenção de comorbidades, como cirurgia bariátrica, tendo em vista dificuldades na mensuração de custos por meio de técnicas de microcusteio, assim como limitações no acompanhamento de pacientes em médio e longo prazo por perdas de seguimento.

Assim, destaca-se a importância do estudo do impacto econômico dos custos de tratamento da obesidade por meio da cirurgia bariátrica. Atualmente, há evidências sobre segurança e eficácia do tratamento cirúrgico, entretanto, faz-se necessário levantamento de evidências sobre custos e desfechos em saúde de forma comparativa entre períodos antes e após intervenção. A execução de avaliação econômica deve amparar decisões em políticas públicas em saúde, fornecendo subsídios importantes aos gestores de políticas públicas em saúde para distribuição dos recursos em prol de uma melhor qualidade de serviços em saúde com maior cobertura populacional possível no contexto do SUS.

Os dados abordados neste estudo podem trazer maior conhecimento e maior clareza sobre os reais ou potenciais custos e benefícios do atendimento ao paciente com obesidade, incluindo o longo período em lista de espera, da cirurgia bariátrica e o período pós cirúrgico em hospital público em nosso país.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo geral

O objetivo geral do presente estudo foi conduzir uma análise do custo e da efetividade da cirurgia bariátrica como intervenção para combate à obesidade moderada a severa em uma coorte de pacientes do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (HC-FMUSP).

4.2. Objetivos específicos

Os objetivos específicos do estudo foram:

- Realizar revisão sistemática e meta-análise de artigos publicados na literatura científica sobre avaliação econômica da cirurgia bariátrica em diferentes países, destacando custos e desfechos em saúde da intervenção em curto, médio e longo prazo;
- Analisar custos diretos de procedimentos em saúde necessários para realização da cirurgia bariátrica em comparação aos desfechos em saúde resultantes em termos de peso corporal, Índice de Massa Corporal (IMC), pressão arterial e exames bioquímicos (colesterol e frações, insulina, glicose e hemoglobina glicada);

5. MATERIAL E MÉTODOS

O desenvolvimento do estudo foi realizado em duas etapas: revisão sistemática e meta-análise da literatura e avaliação dos custos e da efetividade do tratamento de obesidade moderada a severa por meio de cirurgia bariátrica, conduzida a partir de coleta de dados primários em prontuários médicos provenientes do Departamento de Gastroenterologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (HC-FMUSP).

5.1. Revisão sistemática e meta-análise de literatura

A revisão sistemática buscou estabelecer nível de qualidade das evidências científicas sobre associação entre custos do tratamento da obesidade por meio de cirurgia bariátrica e desfechos em saúde relacionados à prevalência de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), incluindo-se meta-análise para verificação de risco relativo para comorbidades a partir da extração de informações obtidas na literatura acadêmica.

O levantamento de literatura foi realizado em bases de dados eletrônicas de dados Scielo, PubMed/MEDLINE, Bireme, BVS e Scholar Google. Estudos publicados em periódicos acadêmicos, anais de reuniões científicas ou teses e dissertações desde 2000 até atualmente, em idioma português ou inglês, foram considerados elegíveis para revisão sistemática.

A estratégia de busca adotada para busca nas bases de dados eletrônicas foi baseada em combinações de termos selecionados nos Descritores em Ciências da Saúde (DeCS), usando operadores Booleanos “AND” e “OR”, seguindo métodos preconizados pela síntese apresentada em *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*.¹⁶⁴

A estratégia de busca foi realizada de forma estruturada. Anteriormente à triagem em bancos de dados, foram extraídas palavras-chave, descritores, termos Emtree, termos MeSH de artigos científicos de referência publicados sobre análise custo efetividade em cirurgia

bariátrica, que foram utilizados como parâmetros iniciais do estudo. Também foram utilizados termos médicos e cirúrgicos específicos relacionados à cirurgia bariátrica para levantamento de estudos específicos ao tema.

Inicialmente foram identificados 2.189 termos Emtree, 1.458 termos MeSH e 339 palavras-chave de maior frequência na literatura do tema, que foram utilizados para construção da estratégia de busca PICO-S (*Patient, Intervention, Comparidor, Outcome and Study*). O texto completo da estratégia de busca foi: “*Análise custo efetividade da cirurgia bariátrica em termos de custos do tratamento e resultados na perda de peso e na prevalência de doenças crônicas não transmissíveis relacionadas à obesidade, comparada ao tratamento convencional ou sem tratamento em pacientes com obesidade leve, moderada ou grave em médio e longo prazo*”.

Foram feitas buscas nos bancos de dados do PubMed, EMBASE, Scielo, CRD-Cochrane, Scopus, LILACS, *Clinical Trials*, *Web of Science*, *Science Direct*, literatura cinzenta, teses e resumos publicados em volume suplementar de periódicos científicos, publicados em inglês, espanhol e português, sem limite à data de publicação.

A estratégia de busca foi realizada a partir de combinação dos termos apresentados a seguir, intercalados com termos Booleanos AND/OR:

- **Paciente:** *human, male, female, obese, overweight, morbid, child, adolescent, young adult, adult, aged, body weight, morbid obesity, morbid obese patient, insulin dependent, hypertension, cardiovascular disease, diabetic patient, obese patient, glucose intolerant patient, comorbidity, disability, health-related obesity disease.*
- **Intervenção:** *bariatric surgery, obesity surgery, gastric bypass, stomach bypass, Roux-en-Y, gastric banding, gastrectomy, vertical gastrectomy, gastroplasty, laparoscopic surgery, open surgery, Roux-en-Y gastric by-pass, Roux-en-Y gastric bypass, gastric by-pass surgery, gastric bypass surgery, stomach reduction, weight reduction surgery, gastrojejunostomy, Roux-en-Y anastomosis, stomach anastomosis, intestinal*

anastomosis, anti-obesity surgery, weight reduction procedure, laparoscopic gastric bypass, laparoscopic gastric by-pass, open gastric by-pass, open gastric bypass, laparoscopic bariatric surgery, open bariatric surgery, laparotomy bariatric surgery, laparotomy weigh reduction, stomach by-pass, weigh loss program, weight loss surgery, weigh loss procedure, weight reduction program.

- **Comparador:** *waiting list, overweight, morbid, morbidity, morbid obese, obesity, morbid obesity, comorbidity, non-surgical, diabetes, hypertension, heart disease, coronary disease, heart failure, cardiovascular disease, diabetes mellitus, cardiovascular risk, body mass index, complication, depression, mental disorder, diabetic patient, congestive heart failure, disability, disease association, employment status, glucose blood level, glucose intolerance, glycated haemoglobin, hernia, high risk patient, juvenile, medically uninsured, osteoarthritis, arthritis, return to work, sleep apnea, surgical risk.*
- **Desfechos clínicos:** *diabetes, non-insulin dependent diabetes mellitus, diabetes mellitus, type 2, cardiovascular risk, mortality, hypertension, insulin dependent, blood pressure, cardiovascular disease, glycaemic control, glucose metabolism, hypoglycemic agents, glucose tolerance, abdominal wall hernia, absenteeism, arthroplasty, behaviour change, apnea, cancer, cholesterol, congestive heart failure, death, depression, diastolic blood pressure, disability, dyslipidaemia, gallstone, gastroesophageal reflux, glucose blood level, glucose intolerance, hernioplasty, hiatus hernia, hyperlipidaemia, arthritis, osteoarthritis, phlebitis, sleep apnea, sleep disorder, triglycerides, walking difficulty.*
- **Custos:** *cost, cost analysis, cost effectiveness, cost utility, economics, cost benefit, health care cost, cost of illness, economic evaluation, budget impact, econometrics, health expenditures, cost savings, health care system, national health program, drug costs, hospital costs, health services utilization, cost control, delivery of health care,*

direct service costs, health utilization, health services accessibility, hospital charge, managed care programs, patient cost, impatient cost, outpatient cost, surgery cost, postoperative cost, socio economics.

- **Desfechos em qualidade de vida relacionada a saúde:** *treatment outcome, quality of life, body mass index, body mass reduction, weight loss, life years gain, diabetes resolution, self-satisfaction, health improvement, cardiovascular risk resolution, hypertension resolution, blood glucose resolution, cardiovascular disease resolution, apnea resolution, hyperlipidaemia resolution, dyslipidaemia resolution, musculoskeletal disease resolution, osteoarthritis resolution, sleep apnea resolution, thrombosis resolution, life expectancy, length of stay, morbidity, mortality, time factor, outcome assessment, cardiovascular risk, clinical effectiveness, exercise, hypertension, incidence, non-insulin dependent, quality adjusted life years, surgical mortality, body mass index, body weight, cardiovascular disease, depression, diabetes, employment status, health status, glycaemic control, hospital mortality, hospital readmission, hospitalization, lifestyle modification, motivation, patient safety, prevalence, waist circumference, abdominal circumference, absenteeism, adipose tissue, hospital utilization, ambulatory utilization, health care utilization, out of pocket expenditure, arm circumference, appetite, attitude to health, behaviour change, direct service cost, drug cost, employment, energy intake, glucose blood level, health care cost, health expenditure, ischemic attack, long term care, managed care program, Medicare, outcome research, mobility, physical activity, postoperative complication, postoperative care, prognosis, quality improvement, quality indicator, remission, safety.*
- **Tipos de estudo:** *article, controlled study, retrospective study, cohort study, prospective study, priority journal, follow up study, review, case-control study, systematic review, follow up, Markov, databases, longitudinal study, cohort analysis,*

journal, incidence, meta-analysis, models, modelling, clinical article, clinical outcomes, clinical trial, data collection, evidence based medicine, econometric, nutrition survey, survey, outcome assessment, randomized controlled trial, questionnaire, accuracy, behaviour change, comparative study, controlled clinical trial, decision tree, decision theory, data analysis software, policy maker, efficiency, family follow up, feasibility, statistics, institutional review, instrument validation, instrumental variable analysis, intermethod comparison, linear regression analysis, Monte Carlo method, tree age, observational study, outcome and process assessment, practice guidelines, practice patterns, qualitative research, quantitative analysis, quality of health care, quality of life assessment, questionnaire, rating scale, meta-analysis, utilization review, visual-analog scale.

A presente revisão sistemática foi registrada no *International Prospective Register of Systematic Reviews* (PROSPERO) com número: CRD42018106018.¹⁶⁵

5.1.1. Critérios de elegibilidade

Os estudos elegíveis para revisão sistemática deveriam atender aos seguintes critérios de inclusão: estudos com quantificação de custos ou desfechos em saúde de cirurgia bariátrica explicitamente relatados, incluindo análises de custo ou análises custo efetividade da cirurgia bariátrica, revisões sistemáticas, ensaios clínicos randomizados, estudos de coorte, comparação entre estratégias cirúrgicas, comparação com tratamento não cirúrgico da obesidade, estudos caso-controle; estudos com adultos, idosos, crianças ou adolescentes de ambos os sexos; artigos publicados em idioma inglês, espanhol ou português; textos completos disponíveis para análise nas bases de dados consultadas; artigos publicados em periódicos acadêmicos ou reuniões científicas; trabalhos acadêmicos (dissertações de mestrado ou teses de doutorado).

Os critérios de exclusão na seleção dos estudos referiam-se a: estudos fora do escopo temático da revisão sistemática (avaliação econômica do tratamento da obesidade moderada e severa por intervenção baseada em cirurgia bariátrica em comparação à ausência de tratamento); estudos de custo de outras cirurgias; estudos limitados a parte específica do procedimento sem custo total da cirurgia bariátrica; estudos de custo sem detalhamento dos custos de interesse; estudos duplicados; estudos sem disponibilidade do texto completo para análise.¹⁶⁴

Foram avaliados estudos referentes a qualquer técnica de cirurgia bariátrica atualmente disponível, incluindo *Bypass* gástrico em Y de Roux (BGYR) aberto e laparoscópico, banda gástrica ajustável (BGA) aberta e laparoscópica, gastrectomia vertical (*vertical gastrectomy*) aberta e laparoscópica e cirurgia robótica.

5.1.2. Procedimentos de seleção e triagem dos estudos

Foi realizado teste-piloto para avaliar a elegibilidade e a taxa de retenção de estudos relevantes dentro dos critérios estipulados. Títulos e resumos foram selecionados para identificação de análises econômicas em saúde, incluindo análise de custo, análise de custo-utilidade e análise de custo-benefício, ou métricas de economia de saúde, como mudanças nos custos antes e após a cirurgia, custos por qualidade ajustados por ano de vida, custos por ano de vida poupado, custos por ano de vida ajustado por incapacidade, tempo ou alterações quantificadas na produtividade do trabalho.

Dois revisores avaliaram independentemente títulos e resumos para elegibilidade potencial e avaliaram o texto completo de artigos potencialmente elegíveis para elegibilidade final (Ms. Turri, JAO e Dra. PhD Viscondi, JYK). As divergências quanto à inclusão de determinados artigos foram resolvidas por um terceiro pesquisador (Dra. PhD Sarti, FM).

5.1.3. Avaliação da qualidade dos estudos

Foi realizada avaliação crítica da qualidade de cada estudo incluído para identificação da qualidade dos dados extraídos, a partir da aplicação do questionário (*check-list*) CHEERS, específico para avaliação crítica de estudos em economia da saúde.¹⁶⁶

Dois membros da equipe de revisão sistemática avaliaram independentemente cada artigo a partir do preenchimento do questionário e, em caso de discrepâncias, o consenso foi determinado por meio de realização de uma terceira revisão e discussão do resultado. Os dados das listas de verificação foram revisados, resumidos e catalogados em planilhas.

5.1.4. Metodologia de extração e meta-análise dos dados

Os autores realizaram a coleta de informações detalhadas de cada artigo de forma independente (Turri, JAO - autor principal e Visconti, JYK - co-autora), incluindo: características dos pacientes, tamanho amostral e demais características do estudo, comparadores (tipos de cirurgias e controles) e resultados (eventos, frequência, incidência ou prevalência, bem como ajustes de estimativas).

Os desfechos incluíram: custo da cirurgia bariátrica, custo do tratamento de doenças relacionadas à obesidade no paciente após tratamento não cirúrgico tradicional, os custos do tratamento de doenças relacionadas à obesidade no paciente após cirurgia bariátrica e frequência de acometimento de doenças relacionadas à obesidade após tratamento tradicional e após cirurgia bariátrica.

A partir dos valores monetários coletados, foi realizada atualização monetária para 31 de dezembro de 2020, seguida de conversão para unidades monetárias internacionais em paridade do poder de compra (*Purchase Power Parity*, PPP), a partir do fator de conversão PPP do Banco Mundial, permitindo comparação de custos dos estudos originalmente expressos em

diferentes moedas (dólar americano, dólar australiano, libra esterlina britânica, euro, real brasileiro e dólar canadense).

No que tange à efetividade da cirurgia bariátrica, foi investigada prevalência de diabetes; doenças cardiovasculares, incluindo infarto do miocárdio (IAM); acidente vascular cerebral; angina estável ou instável; insuficiência cardíaca; dislipidemia ou hiperlipidemia; hipertensão arterial sistólica; câncer; mortalidade relacionada à obesidade; depressão e desfechos relacionados a custos, incluindo custo total em saúde; uso de medicamentos e quantidade de medicamentos como *proxy* para gastos no tratamento da obesidade.

A heterogeneidade estatística entre estudos foi investigada a partir do teste estatístico I^2 . Ensaio randomizado foram reunidos utilizando o método de Mantel-Haenszel, sendo relatados risco relativo (RR) agrupado e intervalos de confiança de 95%. Utilizou-se meta-análise dos dados brutos em modelos de efeitos aleatórios e método da variância inversa no agrupamento das estimativas ajustadas.

A meta-análise dos custos extraídos dos estudos foi realizada utilizando média e desvio padrão dos custos das cirurgias ou custos dos recursos avaliados em cada estudo. A meta-análise de efetividade extraída pelos estudos foi realizada utilizando risco relativo e intervalo de confiança de cada morbidade relacionada à obesidade avaliada nos estudos. A análise estatística foi realizada por meio do *software* Stata versão 14 SE.

5.2. Avaliação dos custos e da efetividade da cirurgia bariátrica

5.2.1. Hipótese do estudo

A hipótese do estudo é existência de vantagem clínica e econômica da cirurgia via laparoscópica em comparação com a cirurgia laparotômica (aberta) e também da vantagem da

cirurgia bariátrica (em geral) em comparação à ausência de tratamento de pacientes com obesidade moderada a severa (manutenção do tratamento medicamentoso não cirúrgico).

5.2.2. Coleta de dados

A etapa de avaliação dos custos e da efetividade da cirurgia bariátrica foi baseada em coleta de dados clínicos e sociodemográficos junto aos bancos de dados de prontuários eletrônicos dos pacientes do Departamento de Gastroenterologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (HC-FMUSP).

Concomitantemente, foram consultadas informações relativas aos insumos utilizados nos procedimentos em saúde realizados para tratamento dos pacientes, incluindo materiais, medicamentos, exames diagnósticos, consultas ambulatoriais, internações prévias, internação para cirurgia bariátrica e demais procedimentos realizados.

5.2.3. Delineamento do estudo

Estudo observacional longitudinal baseado em análise quantitativa de dados de pacientes diagnosticados com obesidade atendidos no Departamento de Gastroenterologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (HC-FMUSP), regularmente acompanhados para cirurgia bariátrica, desenvolvido por meio de coleta e análise de dados em prontuários médicos sobre custos e desfechos em saúde.

A perspectiva adotada na avaliação econômica do presente estudo foi a perspectiva do pagador (hospital), buscando-se elencar custos e desfechos diretos da assistência em saúde no contexto institucional (hospital executante).

5.2.4. Amostra

Foram incluídos no estudo pacientes que realizaram cirurgia bariátrica nos anos de 2017 e 2018, sem restrição de tipo de procedimento cirúrgico, desde que apresentassem dados completos registrados nos prontuários eletrônicos do paciente do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (HC-FMUSP) e que tivessem acompanhamento pós-cirúrgico de, no mínimo, 24 meses.

5.2.5. Critérios de inclusão

Os critérios de inclusão de pacientes na amostra são: indivíduos adultos de ambos os sexos com diagnóstico de obesidade moderada a severa elegíveis para realização de cirurgia bariátrica listados no Ambulatório da Disciplina de Cirurgia Metabólica do Hospital das Clínicas da Universidade de São Paulo.

Segundo critérios internacionais atuais, adotados pelo Instituto Central do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (ICHC-FMUSP) e recomendados pela Sociedade Brasileira de Cirurgia Bariátrica e Metabólica, são indicados para procedimento cirúrgico pacientes com $IMC \geq 40 \text{ kg/m}^2$ sem comorbidades ou pacientes com $IMC \geq 35 \text{ kg/m}^2$ com comorbidades ou doenças associadas.¹⁶⁷

5.2.6. Critérios de exclusão

Os critérios de exclusão da amostra são: indivíduos com idade inferior a 18 anos, gestantes, indivíduos analfabetos ou semianalfabetos, indivíduos portadores de deficiência auditiva ou visual e indivíduos pertencentes a grupos vulneráveis (indivíduos com capacidade mental ou com autonomia reduzida), além dos pacientes sem dados completos acessíveis nos

bancos de dados eletrônicos do ICHC-FMUSP e sem o acompanhamento por 24 meses após a cirurgia bariátrica.

5.2.7. Estimativa de custos

A estimativa dos custos foi baseada em dados de procedimentos de assistência em saúde realizados e insumos empregados em cada procedimento aplicável ao tratamento da obesidade e principais comorbidades associadas.

A estimativa dos custos de tratamento dos pacientes com diagnóstico de obesidade moderada a severa foi realizada pelo método de microcusteio, a partir da obtenção de dados de custos diretos de assistência à saúde relacionados ao tratamento dos pacientes em lista de espera, custos diretos do período de internação para realização da cirurgia bariátrica e custos diretos relacionados ao acompanhamento dos pacientes no sistema de saúde em médio e longo prazo.

As informações sobre recursos utilizados, custos e desfechos em saúde foram obtidas a partir de consulta ao prontuário eletrônico dos pacientes, obtidos no Departamento de Gastroenterologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (HC-FMUSP).

Os valores de materiais e medicamentos foram fornecidos pelo Núcleo Econômico e Financeiro (NEF) do ICHC-FMUSP e os valores referentes à remuneração de recursos humanos e utilização de leito hospitalar (unidades de cirurgia, enfermarias e UTI) foram fornecidos pelos centros de custo departamentais, segundo estimativa de utilização por área (em metros quadrados) e do número de funcionários.

O valor unitário de cada insumo foi obtido diretamente nos bancos de dados da instituição, atualizado diariamente para inclusão de informações dos últimos pregões de compra

realizados pelo ICHC-FMUSP. O custo total por paciente foi obtido pela quantificação de cada componente de custo multiplicado pelo valor unitário do recurso utilizado.

Os valores utilizados para cálculo dos custos por paciente e custos totais da instituição foram atualizados monetariamente no ano de conclusão do estudo pelo índice de inflação baseado na variação do custo hospitalar e convertidos em dólar utilizando a taxa de conversão oficial do Banco Central do Brasil no momento da captação dos dados.

A seguir, apresenta-se o fluxograma do modelo de análise, incluindo-se levantamento das informações clínicas para determinação do desfecho em saúde e obtenção de dados de insumos e preços para estimativa dos custos de tratamento (Figura 2).

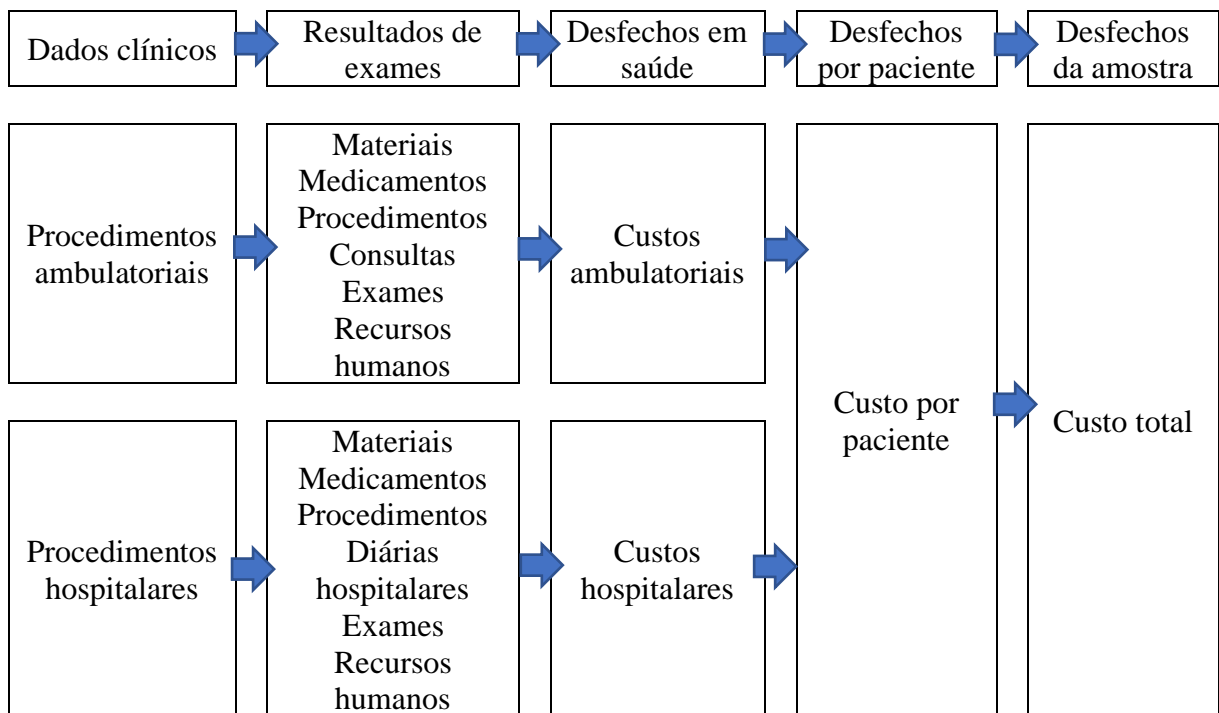


Figura 2. Fluxograma da aquisição dos dados de quantidades e custos dos pacientes. Brasil, 2022.

Fonte: Elaboração própria.

A estimativa do custo total de indivíduos obesos sem a realização de cirurgia bariátrica foi baseada na prevalência das mesmas comorbidades elencadas para análise de custos e desfechos em saúde (diabetes, hipertensão, estado nutricional e balanço lipídico e proteico),

utilizando-se os dados dos pacientes em lista de espera que não realizaram a cirurgia, mas que são acompanhados no HC-FMUSP, buscando assim estabelecer a razão custo-efetividade da cirurgia bariátrica realizada no Brasil.

5.2.7.1. Custos ambulatoriais

As informações de custos ambulatoriais analisadas serão referentes ao número de consultas com profissionais de saúde (médicos, psicólogos, enfermeiros, nutricionistas, assistentes sociais e dentistas) e exames (exames laboratoriais, exames de imagem, exames radiológicos, endoscopia, ultrassom, colonoscopia, eletrocardiograma, tomografia computadorizada e ressonância magnética).

Os valores das consultas de cada especialidade serão calculados a partir de valores de remuneração do setor de recursos humanos do hospital (Departamento de Gastroenterologia - Divisão de Cirurgia Bariátrica e Metabólica), dividindo-se valor salarial médio de cada especialista pelo tempo de atendimento realizado e número de consultas realizadas pelo profissional no período de trabalho.

5.2.7.2. Custos hospitalares

As variáveis de custos hospitalares analisadas serão: custo do centro cirúrgico, internação (dias de leito, enfermaria ou UTI); custo de materiais (insumos, medicamentos e nutrição); exames (exames laboratoriais e exames de imagem) e procedimentos realizados. O custo diário do leito em internação intensiva e em enfermaria inclui gastos com luz, água, limpeza e manutenção, calculados pelo método de custeio por absorção.

Dados relativos ao período de internação, medicamentos utilizados, locais de enfermaria e UTI, diagnósticos da internação, motivos de internação e principais procedimentos realizados

serão coletados no sistema MV. Dados relativos aos exames laboratoriais, exames de imagem e especialidades médicas, segundo datas e períodos de internação, serão obtidos no sistema HCMed.

5.2.8. Análise de sensibilidade

A avaliação econômica do presente estudo será submetida a análise de sensibilidade dos resultados da razão incremental de custo-efetividade (RICE) em relação a mudanças no cenário em termos de custos e desfechos em saúde, de forma a determinar consistência da análise custo-efetividade realizada. Assim, os resultados serão submetidos a variação de parâmetros de preços, utilização de recursos, desfechos em saúde e taxa de desconto do modelo base para comparação com cenários alternativos.

5.2.9. Análise estatística

A partir da organização dos dados dos pacientes em base de dados única, contendo características sociodemográficas, procedimentos de saúde realizados, estimativas de custos e desfechos em saúde, foram conduzidas análises estatísticas descritivas referentes a tendências centrais, segundo período de tratamento (pré-cirurgia bariátrica - período em lista de espera -, internação para cirurgia e pós-cirurgia bariátrica).

Em seguida, foi realizada análise de série temporal interrompida (*Interrupted Time-Series Analysis*, ITSA), considerando a internação para realização da cirurgia bariátrica como fator de interrupção para análise dos múltiplos recursos em saúde utilizados, dados de exames e custos.¹⁶⁸ Estimou-se regressão não paramétrica baseada em modelos de equação generalizada de estimação (*Generalized Estimated Equation*, GEE), ajustada para cada desfecho clínico ou de custos para comparações entre período pré-cirurgia, internação para cirurgia bariátrica e

período pós-cirurgia. O modelo de regressão foi utilizado para estimar o valor incremental para cada desfecho estudado (custos ou exames clínicos) e seus efeitos para cada período avaliado.

A análise de regressão de série temporal (ITSA) utiliza dados organizados pelo tempo da ocorrência, de maneira ordenada conforme a coorte de pacientes estudados, estabelecendo uma tendência para cada período avaliado, sendo interrompido pelo período subsequente a um dado ponto conhecido no tempo de relevância no contexto de estudo, referente ao período de internação para cirurgia bariátrica, perfazendo três períodos de análise (antes, durante e depois da cirurgia).

O modelo realiza comparação de tendências no período anterior à interrupção da série temporal na comparação com tendências no período subsequente (pós-intervenção), identificando diferenças de nível e de ângulo entre valores pré- e pós-interrupção. Assim, estabelecem-se valores de diferença e potenciais tendências futuras ao longo do tempo. O cenário pós-intervenção (no caso, pós-cirurgia bariátrica) aponta diferenças decorrentes da intervenção nos desfechos avaliados, conforme expresso a seguir (Equação 1):^{169,170}

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 \Delta t + \beta_2 X_t + \beta_3 X_t \Delta t + \varepsilon_t \quad [1]$$

Onde: Y_t = resultado acumulado das mensurações dos pacientes a cada período de tempo t ; Δt = tempo desde o início do estudo; X_t = período após início da intervenção (intervenção ou pós-intervenção, representado por 0 (zero) e 1 (um)); $X_t \Delta t$ = interação entre termos.¹⁷⁰ No presente estudo, foram considerados 240 meses pré-cirurgia (20 anos de coorte), período de internação para cirurgia bariátrica (considerando somente dias efetivos em enfermaria e UTI) e 24 meses após cirurgia bariátrica.

As variáveis de desfecho incluídas em cada modelo do estudo foram: custos totais e custos detalhados, peso corporal, IMC, pressão arterial, colesterol e frações, triglicérides, insulina, glicose em jejum e hemoglobina glicada.

O coeficiente da regressão para T_t representa a taxa de mudança de cada desfecho avaliado no período 1 e a soma dos coeficientes de regressão para T_t . O valor $(XT)_t$ é a taxa de mudança da atividade no período 2. O efeito ao longo do tempo é definido como diferença na taxa de mudança entre estágio 1 e estágio 2, ou seja, o coeficiente de regressão de $(XT)_t$. Assim, o modelo de análise por ITSA é obtido pelos valores de cada variável avaliada $\Delta t =$ pontos de tempo (1, 2, 3, ... 240), $X_t = 0$ para pontos de tempo no período 1 (pré-cirurgia, tempo 1 ao 240), $X_t = 1$ para ponto de tempo no período 2 (internação para cirurgia bariátrica) e $X_t = 2$ para pontos de tempo no período pós cirurgia bariátrica (1 a 24).

O efeito imediato da intervenção (cirurgia bariátrica) é definido como coeficiente de regressão correspondente a X_t da diferença com estágio imediatamente anterior. O modelo de análise inclui medidas repetidas ordenadas logisticamente, incluindo efeitos aditivos para T_t , X_t e $(XT)_t$ com ajustes para as covariáveis, sexo e idade. A análise estatística foi realizada utilizando o *software* Stata versão 14, considerando-se significância estatística $p \leq 0,05$.¹⁷¹

5.2.10. Aspectos éticos

O presente estudo foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo para obtenção de acesso aos dados primários no contexto do banco de dados do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (HC-FMUSP) sob números 0844918.6.3001.0068 e 90844918.6.0000.5421.

Considerando que constitui pesquisa em prontuários médicos sem envolvimento pessoal ou identificação dos sujeitos de pesquisa, foi solicitado dispensa do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, tendo em vista que o estudo foi realizado a partir de:

1. Levantamento de informações retrospectivas provenientes de dados disponíveis em prontuários de pacientes registrados no Hospital das Clínicas da Faculdade de

Medicina da Universidade de São Paulo, sem qualquer interferência no cuidado dispensado aos pacientes;

2. Ausência de contato pessoal com sujeitos de pesquisa, minimizando quaisquer riscos físicos e/ou biológicos aos pacientes, tendo em vista utilização de dados registrados em prontuários eletrônicos de pacientes, pesquisados junto ao banco de dados do hospital;
3. Existência de população de estudo eventualmente sem seguimento na instituição no momento atual, considerando-se possibilidade de inclusão de pacientes residentes em outras localidades ou pacientes falecidos na amostra proveniente do banco de dados do hospital;
4. Garantia de confidencialidade da identificação de pacientes, assim como pela utilização de técnicas de levantamento e guarda dos dados de base anônima, incluindo-se somente iniciais do nome e números de registro de pacientes para validação da individualidade da informação. Dados pessoais não serão objeto de análise no estudo;
5. Comprometimento quanto ao uso e destinação dos dados coletados junto ao banco de prontuários do HC-FMUSP somente para finalidades descritas no presente projeto de pesquisa, conforme declaração apresentada junto à instituição.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1. Resultados da revisão sistemática e meta-análise de literatura

6.1.1. Características dos estudos

A busca sistemática identificou 697 artigos que atenderam aos critérios de inclusão. Foram identificados na base de dados PubMed/NCBI 533 artigos, 1 artigo na base de dados Cochrane, 38 artigos na base de dados Scopus, 2 artigos na base de dados *Clinical Trials*, 5 artigos na *Web of Science*, 13 artigos na base de dados Scielo, 21 artigos na base de dados Embase e 84 artigos em outros bancos de dados (banco de teses USP, *Google Scholar* e literatura cinza).

Dos 697 artigos inicialmente identificados, 218 artigos foram excluídos por duplicidade, 399 foram excluídos pelo título e 29 foram excluídos após revisão de resumo. Um artigo não atingiu a pontuação mínima de qualidade como critério para extração e inclusão de dados.

Ao final da análise, 50 estudos foram selecionados para revisão completa e extração de dados, referentes à avaliação de custos da cirurgia bariátrica, custos do tratamento de doenças crônicas relacionadas à obesidade, eficácia da cirurgia bariátrica na redução de custos em saúde, redução da prevalência de doenças relacionadas à obesidade, aumento da sobrevida ou expectativa de vida ajustada pela qualidade de vida e redução da mortalidade geral (Figura 3).

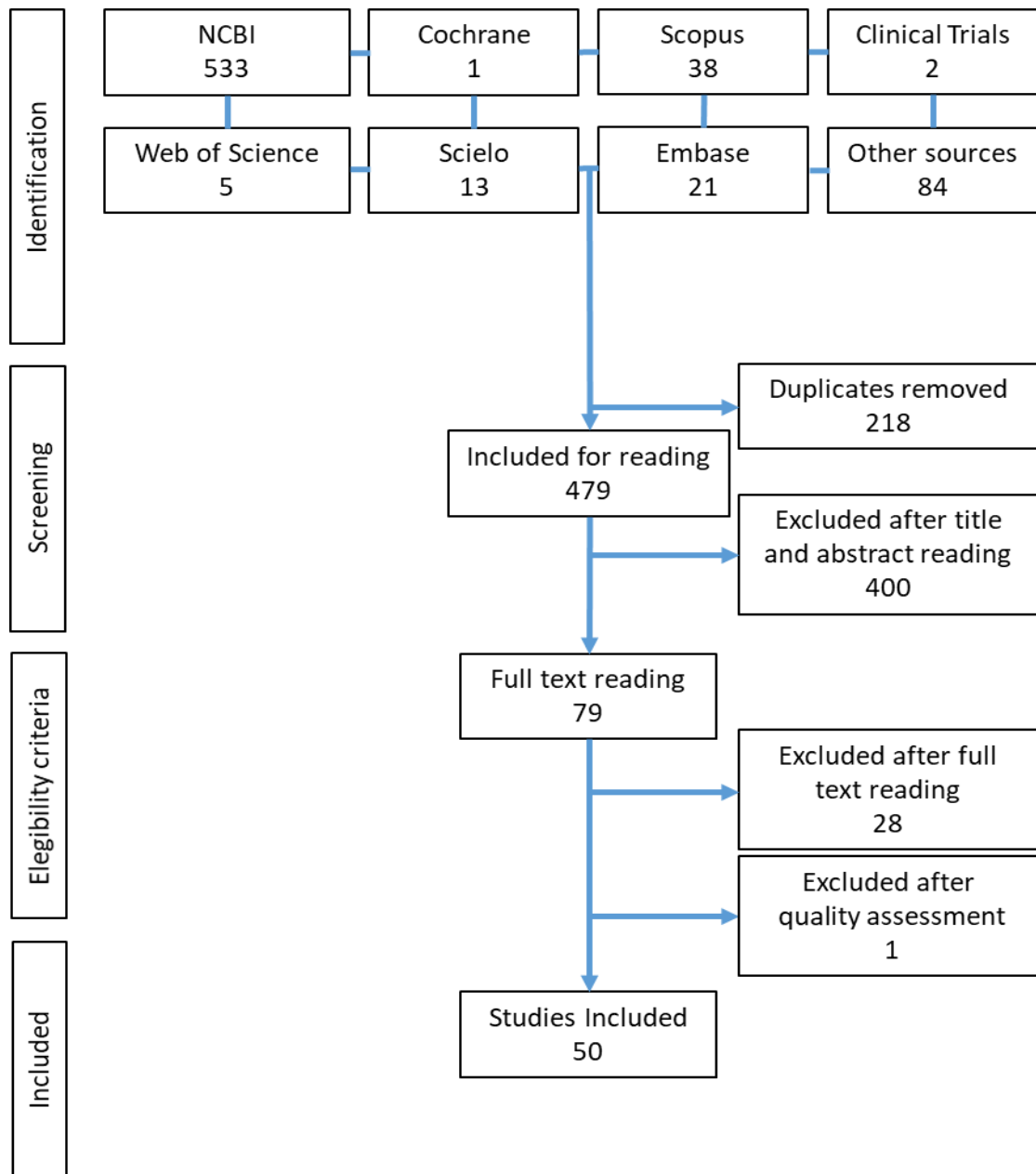


Figura 3. Fluxograma do processo de seleção dos estudos.

Fonte: Elaboração própria.

Do total de 50 artigos, 11 realizaram revisão sistemática (22%), 9 realizaram estudos caso-controle com árvore de decisão de Markov (18%), 8 realizaram estudos transversais (16%), 5 artigos conduziram estudos longitudinais caso-controle com árvore de decisão (10%), 3 realizaram estudos de coorte (6%), 2 conduziram estudos comparativos caso-controle (4%) e um artigo conduziu estudo caso-controle realizado com árvore de decisão e análise de Monte Carlo (2%).

Em termos de avaliação econômica, 27 (54%) realizaram avaliação econômica completa, sendo 20 estudos de custo efetividade (40%) e 7 estudos de custo utilidade (14%), e 23 estudos realizaram avaliações econômicas parciais com custos ou resultados de desfechos (46%). Dos 27 artigos que realizaram avaliação econômica completa, 7 avaliaram custo e efetividade da cirurgia bariátrica, 7 avaliaram custo utilidade da cirurgia bariátrica, 6 estudos analisaram custo da cirurgia bariátrica em relação ao custo do tratamento tradicional de doenças relacionadas à obesidade em comparação com respectivas efetividades e 3 estudos investigaram custo da cirurgia bariátrica e custo da obesidade separadamente.

Os estudos identificados apresentaram alta variabilidade em termos de custos estimados para cirurgias e tratamentos tradicionais incluídos na avaliação, tamanho amostral, tempo de acompanhamento, perspectivas adotadas na avaliação, efetividade dos tratamentos e metodologias propostas para avaliação.

Considerando os 50 estudos analisados, a análise incluiu 6.034.589 pacientes. Os estudos avaliados utilizaram dados de custos obtidos por técnica de macrocusteio, a partir da obtenção de custo médio dentro da organização ou do sistema de saúde. Nenhum estudo utilizou técnica de microcusteio ou estimativa de custo individual por paciente (Quadro 5 e Tabela 1).

Quadro 5. Características gerais dos estudos incluídos na revisão sistemática e meta-análise.

Ref.	Objetivo	Tipo de estudo	País	População	Idade	Custo	Comparador	Desfechos observados
172	Custo e desfechos da cirurgia bariátrica	Revisão sistemática	Canadá	Obesos	12-17	Custo do hospital, custo médio total	Obesos não operados	Perda de peso, custo a longo prazo, DCNT, mortes, complicações cirúrgicas, QALY
173	Custo efetividade da cirurgia bariátrica	Revisão sistemática	Itália	Obesos	>18	Custo do hospital, custo médio total	Obesos não operados	Perda de peso, custo a longo prazo, DCNT, mortes, complicações cirúrgicas, QALY Absentéismo: Obesos = 183,63 dias por ano Não-obesos = 14,19 dias por ano
174	Custo efetividade da cirurgia bariátrica	Estudo comparativo caso-controle com árvore de decisão	EUA	Obesos	>18	Custo por mês	Obesos não operados	Custo com DMT2
175	Custo da obesidade e da cirurgia bariátrica	Estudo transversal	Reino Unido	Obesos	>18	Custo do hospital, custo médio total, custo da medicação	Pré-Pós	Custo com DMT2, HAS, DLM
176	Custo e desfechos da cirurgia bariátrica	Revisão sistemática	EUA	Obesos	>18	Custo anual, impacto orçamentário	Obesos não operados	Taxa de remissão de DMT2, HAS, DLM
177	Custo de DCNT	Revisão sistemática e meta-análise	EUA	Obesos	>18	Custo do hospital, custo médio total	Obesos não operados	Custo com DCNT
178	Custo de DCNT	Revisão sistemática	EUA	Obesos	>18	Ausência de custos	Obesos não operados	Risco de mortalidade, doenças cardiovasculares e câncer
125	Custo da obesidade e da cirurgia bariátrica	Estudo comparativo caso-controle	EUA	Obesos mórbidos	>18	Custo do hospital, custo médio total	Adultos eutróficos	Custo da cirurgia, custo até 6 meses
179	Custo de DCNT	Estudo comparativo caso-controle	Brasil	Idosos obesos	>65	Custo do hospital, custo médio total	Idosos eutróficos	Custo de serviços, custo de hospitalizações, custo total
180	Custo efetividade da cirurgia bariátrica	Estudo clínico randomizado	Austrália	Obesos	>18	Custo do hospital, custo médio total	Obesos não operados	Custo de remissão de DMT2
181	Custo efetividade da cirurgia bariátrica	Estudo longitudinal comparativo caso-controle	Austrália	Obesos	>18	Custo médio total	Obesos não operados	Custo com DCNT

(continua)

(continuação)

Ref.	Objetivo	Tipo de estudo	País	População	Idade	Custo	Comparador	Desfechos observados
129	Custo utilidade da cirurgia bariátrica	Estudo comparativo caso-controle com árvore de decisão	Suécia	Obesos	>18	Custo do hospital, custo médio total	Obesos não operados	Custo de saúde em longo prazo; doenças cardiovasculares, DMT2, complicações cirúrgicas, QALY
182	Internações por DCNT	Estudo transversal	Brasil	Obesos	>18	Custo do hospital, custo médio total	-	Custo
183	Custo da obesidade e da cirurgia bariátrica	Estudo transversal	Brasil	Obesos e obesos mórbidos	>18	Custo do hospital, custo médio total, custo da medicação, custo da internação	Obesos não operados e não obesos	Uso de recursos, custo da cirurgia, custo em longo prazo, complicações, QALY
184	Custo e desfechos da cirurgia bariátrica	Revisão sistemática	Brasil	Obesos	>18	Custo do hospital, custo médio total	OGB (Open Gastric Bypas)	Custos, dias em internação, complicações
185	Custo efetividade da cirurgia bariátrica	Revisão sistemática	Reino Unido	Obesos mórbidos	>18	Custo do hospital, custo médio total	Obesos não operados	Custos, dias em internação, complicações
186	Custo e desfechos da cirurgia bariátrica	Revisão de literatura	Bélgica, Dinamarca, Inglaterra, França, Alemanha, Itália, Suécia	Obesos	>18	Custo do setor, custo do hospital, custo médio total	-	Custo
187	Custo da cirurgia bariátrica	Estudo transversal	EUA	Obesos	>18	Custo do hospital, custo médio total	-	Custo
188	Custo efetividade da cirurgia bariátrica	Estudo comparativo caso-controle com árvore de decisão - Markov	EUA	Obesos	>18	Custo do hospital, custo médio total	Obesos não operados	Custo
189	Custo efetividade da cirurgia bariátrica	Estudo transversal	Espanha, Áustria, Itália	Obesos	>18	Custo do hospital, custo médio total, impacto orçamentário	Obesos não operados	Custo com DMT2

(continua)

(continuação)

Ref.	Objetivo	Tipo de estudo	País	População	Idade	Custo	Comparador	Desfechos observados
83	Custo efetividade da cirurgia bariátrica	Estudo comparativo caso-controle com árvore de decisão - Markov	EUA	Adolescentes obesos	12-17	Custo do hospital, custo médio total	Obesos não operados	Custo
138	Custo efetividade da cirurgia bariátrica	Estudo comparativo caso-controle com árvore de decisão - Markov	EUA	Obesos mórbidos	>18	Custo do hospital, custo médio total	Obesos não operados	Custo com DMT2
190	Custo efetividade da cirurgia bariátrica	Estudo clínico randomizado	China	Obesos	>18	Custo do hospital, custo médio total	BGYR-Lap e Vertical	Custo com DMT2
191	Custo efetividade da cirurgia bariátrica	Estudo comparativo caso-controle com árvore de decisão - Markov	EUA	Obesos	12-17	Custo do hospital, custo médio total	Obesos não operados	Custo, perda de peso
192	Custo efetividade da cirurgia bariátrica	Estudo longitudinal comparativo caso-controle	EUA	Obesos	>18	Custo do hospital, custo médio total	Obesos não operados	Custo
123	Custo utilidade da cirurgia bariátrica	Estudo comparativo caso-controle com árvore de decisão - Markov	EUA	Obesos mórbidos	35-55	Custo do hospital, custo médio total	Obesos não operados	Perda de peso, custo em longo prazo, DCNT, mortes, complicações cirúrgicas, QALY
193	Custo efetividade da cirurgia bariátrica	Estudo comparativo caso-controle com árvore de decisão - Markov	EUA	Obesos	>18	Custo da medicação	Obesos não operados	Custo com DMT2
130	Custo efetividade da cirurgia bariátrica	Estudo longitudinal comparativo caso-controle com árvore de decisão - Markov	Reino Unido	Obesos mórbidos	>18	Custo do hospital, custo médio total	Obesos não operados	Custo de cirurgia, custo de remissão de DMT2, custo por QALY
194	Custo da cirurgia bariátrica	Coorte	Brasil	Obesos	>18	Custo do hospital, custo médio total	-	Custos, dias em internação, complicações
195	Custo da cirurgia bariátrica	Estudo transversal	Brasil	Obesos	>18	Custo do hospital, custo médio total	-	Custo

(continua)

(continuação)

Ref.	Objetivo	Tipo de estudo	País	População	Idade	Custo	Comparador	Desfechos observados
196	Custo utilidade da cirurgia bariátrica	Estudo comparativo caso-controle com árvore de decisão - Markov	Austrália	Mulheres obesas	>18	Custo do hospital, custo médio total	Obesos não operados	Custo
197	Custo utilidade da cirurgia bariátrica	Estudo comparativo caso-controle com árvore de decisão - Monte Carlo	EUA	Obesos	>18	Custo do hospital, custo médio total	Obesos não operados	Custo, IAM, doença coronariana obstrutiva, DMT2, câncer de mama, QALY
198	Custo utilidade da cirurgia bariátrica	Estudo comparativo caso-controle com árvore de decisão - Markov	Finlândia	Obesos	>18	Custo do hospital, custo médio total	Obesos não operados	Custos, dias em internação, complicações
199	Custo de DCNT	Revisão sistemática	EUA	Obesos	>18	Custo do hospital, custo médio total		Perda de peso, custo em longo prazo, DCNT, mortes, complicações cirúrgicas, QALY Produtividade: Antes = 30,1h por semana Depois = 35,8h por semana Incremento na taxa de emprego: +54,9% no 1º. ano +66,7% no 2º. ano
88	Custo de DCNT	Coorte	Brasil	Obesos	>18	Custo médio total	Pré-Pós	Custo com DMT2, HAS, DLM
200	Custo efetividade da cirurgia bariátrica	Estudo comparativo caso-controle com árvore de decisão	Portugal	Obesos mórbidos	>18	Custo médio total	Obesos não operados	Custo com DMT2, HAS, DLM
201	Custo efetividade da cirurgia bariátrica	Estudo longitudinal comparativo caso-controle	Suécia	Obesos	>18	Custo médio total	Obesos não operados	Custo, dias em internação, medicações
202	Custo da cirurgia bariátrica	Estudo transversal	EUA	Obesos	>18	Custo do hospital	-	Custo
203	Custo de DCNT	Coorte	França	Obesos	>18	Custo médio total	Pré-Pós	Custo com DCNT
204	Custo efetividade da cirurgia bariátrica	Revisão sistemática e meta-análise	Brasil	Obesos	>18	Custo mensal	Pré-Pós	Custo, dias em internação, medicações

(continua)

(continuação)

Ref.	Objetivo	Tipo de estudo	País	População	Idade	Custo	Comparador	Desfechos observados
205	Custo efetividade da cirurgia bariátrica	Estudo longitudinal comparativo caso-controle	EUA	Obesos	>18	Custo do hospital, custo médio total	LBGYR	Custo, QALY, tempo de internação, complicações, perda de peso, retorno a atividades
206	Custo da cirurgia bariátrica	Estudo longitudinal comparativo caso-controle	EUA	Obesos	>18	Custo do hospital, custo médio total	-	Custos
127	Custo efetividade da cirurgia bariátrica	Revisão sistemática	EUA	Obesos	>18	Custo médio total	Obesos não operados	Perda de peso, custo a longo prazo, DCNT, mortes, complicações cirúrgicas, QALY
85	Custo utilidade da cirurgia bariátrica	Estudo transversal	EUA	Obesos	>18	Custo médio total, custo da medicação	Obesos não operados	Custo, QALY
207	Custo efetividade da cirurgia bariátrica	Estudo comparativo caso-controle com árvore de decisão	Austrália	Obesos mórbidos	>18	Custo do hospital, custo médio total	Obesos não operados	Custo, DALY, risco, mortalidade, expectativa de vida
56	Custo da cirurgia bariátrica	Revisão da literatura	EUA	Obesos	>18	Custo médio total, custo da medicação	Obesos não operados	Custo, perda de produtividade
208	Custo efetividade da cirurgia bariátrica	Revisão sistemática	Reino Unido	Sobrepeso	>18	Custo do hospital, custo médio total	Obesos não operados	Custo, perda de peso, comorbidades
209	Custo da cirurgia bariátrica	Revisão sistemática	Reino Unido	Obesos	>18	Custo do Hospital	Obesos não operados	Custos
50	Custo efetividade da cirurgia bariátrica	Revisão sistemática	Canadá	Obesos	>18	Custo do hospital, custo médio total	Obesos não operados	Custo em longo prazo, doenças cardiovasculares, DMT2, complicações cirúrgicas, QALY Produtividade: +57% horas trabalhadas após cirurgia bariátrica
210	Custo utilidade da cirurgia bariátrica	Estudo comparativo caso-controle com árvore de decisão	Coreia do Sul	Obesos	>18	Custo do hospital, custo médio total	Obesos não operados	Custo, QALY
211	Sem avaliação de custos							

Fonte: Elaboração própria, a partir de revisão sistemática de literatura. Obs.: DCNT = doenças crônicas não transmissíveis; QALY = anos de vida ajustados por qualidade; DMT2 = diabetes *mellitus* tipo 2; HAS = hipertensão arterial sistêmica; DLM = dislipidemias; IAM = infarto agudo do miocárdio.

Tabela 1. Extração de dados dos estudos incluídos na revisão sistemática.

Estudo	País	Tipo de cirurgia	Custo/Recurso	Número de pacientes	Custos pré-cirurgia		Custos pós-cirurgia	
					μ	DP	μ	DpP
175	Reino Unido	Sem especificação	Total	88	111.966,15	27.049,86	61.019.08	9,657.25
175	Reino Unido	Sem especificação	Total	38	111,966.00	33,362.62	13,679.69	7,612.71
193	EUA	Sem especificação	Total	2.223	74,611.82		28,709.36	4,272.44
123	EUA	Sem especificação	Total	608	68,000.00		27,257.42	12,515.73
177	EUA	Sem especificação	Total	280.315	48,296.85	16,603.83	109,472.01	52,561.89
180	Austrália	Sem especificação	Total	60	107,260.41		41,683.14	57,944.94
130	Reino Unido	Sem especificação	Total	250.258	12,661.96		9,385.93	656.56
194	Brasil	Sem especificação	Total	382	6,270.10		4,116.15	
197	EUA	Sem especificação	Total	1.000	40,812.12		23,995.40	15,048.01
175	Reino Unido	Sem especificação	Medicamentos	88	36,159.21	12,566.39	2,792.52	1,752.41
125	EUA	BGYR-A	Total	5.000.000	3,138.69		33,403.95	
138	EUA	BGYR-A	Total	1.000	91,385.50		65,416.50	64,591.81
190	China	BGYR-A	Total	80	79,779.01	7,808.49	109,627.30	47,373.42
192	EUA	BGYR-A	Total	29.820	7,824.87	5,958.64	33,105.23	4,256.17
198	Finlândia	BGYR-A	Total	1.000	74,330.44	18,824.93	60,101.81	9,180.18
176	EUA	BGYR-A	Total	16.944	12,860.48		15,101.40	3,169.14
200	Portugal	BGYR-A	Total	10.000	63,406.14		43,647.39	
203	França	BGYR-A	Total	350	5,784.93		10,926.32	
190	China	BGYR-A	DMT2	80	74,257.12	3,132.90	1,658.88	
189	Espanha/Áustria/Itália	BGYR-L	Total	1.000	22,506.31	79.79	15,007.55	
189	Espanha/Áustria/Itália	BGYR-L	Total	1.000	12,595.50		16,671.07	5,651.33
189	Espanha/Áustria/Itália	BGYR-L	DMT2	3.000	22,506.04	8,693.79	802.44	584.74
189	Espanha/Áustria/Itália	BGYR-L	IAM	3.000	22,505.75		2,704.95	1,649.77
198	Finlândia	Vertical-A	Total	1.000	61,019.21		39,167.17	
203	França	Vertical-A	Total	350	5,071.97	1,047.59	9,310.65	7,218.99
196	Austrália	Vertical-A	Total	1.000	94,878.34		55,958.10	
210	Coréia do Sul	Vertical-A	Total	10.000	27,360.75		10,319.14	

(continua)

(continuação)

Estudo	País	Tipo de cirurgia	Custo/Recurso	Número de pacientes	Custos pré-cirurgia		Custos pós-cirurgia	
					μ	DP	μ	DP
190	China	BGA-A	Total	80	80,010.01	5,557.24	97,062.51	5,825.82
198	Finlândia	BGA-A	Total	1.000	74,330.44	18,824.93	65,010.05	16,629.23
176	EUA	BGA-A	Total	4.047	12,860.48		30,523.02	
200	Portugal	BGA-A	Total	10.000	63,406.14		61,256.15	
203	França	BGA-A	Total	350	5,071.97	1,047.59	8,573.41	6,767.86
196	Austrália	BGA-A	Total	1.000	94,878.34		104,765.53	
190	China	BGA-A	DMT2	80	78,687.70	6,265.79	1,658.88	
189	Espanha/Áustria/Itália	BGA-L	Total	1.000	39,716.01	25,210.36	4,627.53	4,647.99
172	Canada	BGA-L	Total	102.069	11,395.75	2,422.72	6,947.92	
209	Reino Unido	Robótica*	Total	26	15,385.87	6,238.41	-	-

Fonte: Elaboração própria, a partir de revisão sistemática de literatura. Obs.: μ = média; DP = desvio-padrão; BGYR-A = *By-pass* gástrico em Y-de-Roux; BGYR-L = *Bypass* gástrico em Y-de-Roux via laparoscópica; Vertical-A = Gastrectomia vertical aberta, Vertical-L = Gastrectomia vertical laparoscópica; BGA-A = Banda gástrica ajustável via aberta; BGA-L = Banda gástrica ajustável laparoscópica; *Cirurgia robótica sem dados de custos pós-cirurgia. Valores em US\$ 2021.

6.1.2. Efeitos da cirurgia bariátrica em custos de saúde

O custo da cirurgia bariátrica, sem especificação da técnica empregada, foi apresentado em 19 estudos, sendo US\$ 49,419.63 (\pm 96,707.49, mediana = US\$ 12,661.96). No caso dos estudos apontando técnica de cirurgia bariátrica, BGYR-A foi o procedimento cirúrgico de maior custo (μ = US\$ 31,561.39 \pm 32,875.38; mediana = 21,130.17), seguido pelo BGA-A (μ = US\$ 30,734.93 \pm 35,518.87; mediana = US\$ 10,880.69), enquanto BGYR-L foi o procedimento de menor custo (μ = US\$ 15,007.77 \pm 10,463.58; mediana = US\$ 8,801.53) (Tabela 2).

Tabela 2. Custo médio por tipo de cirurgia bariátrica (US\$).

N	Cirurgia	Custo ($\mu \pm$ DP)	Mediana (Q1-Q3)
19	Sem especificação	49,419.63 \pm 96,707.49	4,871.03 (31,958.46 - 69,200.00)
40	BGYR - Aberta	31,561.39 \pm 32,875.38	13,180.25 (15,385.86 - 17,591.48)
20	BGA - Aberta	30,734.93 \pm 35,518.87	15,921.67 (17,905.02 - 27,244.64)
14	Vertical - Aberta	24,306.62 \pm 33,023.77	7,021.12 (13,249.64 - 21,677.62)
3	Vertical - Laparoscópica	22,809.21 \pm 12,093.30	6,106.69 (8,494.06 - 21,582.22)
26	BGA - Laparoscópica	17,816.94 \pm 26,044.55	4,791.99 (10,880.69 - 52,945.94)
2	Robótica	15,385.87 \pm 6,238.41	9,317.78 (10,352.90 - 11,388.00)
38	BGYR - Laparoscópica	15,007.77 \pm 10,463.58	8,801.53 (21,130.17 - 34,081.66)

Fonte: Elaboração própria, a partir de dados da revisão sistemática de literatura. Obs.: μ = média; DP = desvio-padrão; BGYR = *Bypass* gástrico em Y-de-Roux; Vertical = Gastrectomia vertical; BGA = Banda gástrica ajustável. Valores em dólares de 2021.

Com vistas à comparação dos estudos, as informações sobre custos do tratamento de pacientes com obesidade foram incluídos nos custos pré-cirúrgicos, sendo relacionadas ao tratamento tradicional com medicamentos para doenças de maior prevalência relacionadas à obesidade. Os custos pós-cirúrgicos foram relacionados aos custos após realização da cirurgia bariátrica para mesmas doenças relacionadas à obesidade (Tabela 3).

Tabela 3. Comparação entre custos pré- e pós-cirurgia bariátrica (US\$).

N	Recurso avaliado	Custo ($\mu \pm DP$)	Mediana (Q1-Q3)
3	Custos ambulatoriais	6,953.55 \pm 5,271.98	7,813.47 (4,558.97 - 9,778.09)
13	Pré- Medicamentos	34,077.30 \pm 38,208.24	17,807.87 (1,254.83 - 67,220.11)
5	Pré- Diárias em internação	27,558.18 \pm 36,273.27	3,282.58 (2,280.46 - 53,288.32)
34	Pré- Custo total	40,342.30 \pm 37,716.16	31,958.46 (4,871.03 - 69,200.00)
28	Pós- Complicações pós cirúrgicas	19,348.82 \pm 25,681.39	11,741.66 (1,692.00 - 27,327.31)
7	Pós- Medicamentos	7,782.43 \pm 7,246.34	4,795.16 (2,792.52 - 10,825.57)
17	Pós- Tratamento da DMT2	11,080.80 \pm 25,903.23	3,984.21 (1,565.94 - 8,241.19)
10	Pós- Tratamento do IAM	7,141.22 \pm 5,950.03	4,925.03 (3,927.44 - 7,893.64)
2	Pós- Tratamento da HAS	2,247.05 \pm 1,163.15	2,247.05 (1,835.81 - 2,658.28)
2	Pós- Tratamento de doença articular	4,900.68 \pm 3,539.92	4,900.68 (3,649.13 - 6,152.24)
7	Pós- Custo total	4,523.88 \pm 3,445.37	6,426.74 (1,135.81 - 6,914.53)

Fonte: Elaboração própria, a partir de revisão sistemática de literatura. Obs.: μ = média; DP = desvio-padrão; DMT2 = Diabetes mellitus tipo 2; IAM = infarto agudo do miocárdio, HAS = Hipertensão arterial sistêmica. Valores em dólares de 2021.

Verificou-se que, na síntese dos estudos, os custos com medicamentos apresentaram média e mediana inferiores no período pós-intervenção (US\$ 34,077.30 \pm US\$ 38,208.24 e US\$ 17,807.87 *versus* US\$ 7,782.43 \pm US\$ 7,246.34 e US\$ 4,795.16), entretanto, é importante apontar que o desvio padrão identificado foi bastante alto, sendo superior à média no período pré-cirurgia.

6.1.2.1. Custos em saúde antes e após cirurgia bariátrica

A meta-análise dos estudos de avaliação do custo de tratamento de pacientes com obesidade, comparando os custos em saúde antes e após a cirurgia bariátrica, apontou diferenças entre diferentes técnicas cirúrgicas utilizadas. Estudos que avaliaram custos em saúde pré- e pós- cirurgia bariátrica, sem especificação da técnica cirúrgica utilizada, mostraram redução significativa de aproximadamente 70% nos custos em saúde após realização da cirurgia, em comparação aos custos antes da cirurgia (*Standard Mean Difference*, SMD -1,691; IC95% - 2,986 - -0,396; $p = 0,01$). Considerando qualquer técnica cirúrgica, houve diferença de -0,312 (IC95% 1,225 - 0,601; $p = 0,503$) antes e após a cirurgia, entretanto, sem significância estatística.

A única técnica cirúrgica que apresentou diferença significativa entre custos pré- e pós-cirurgia foi a BGA. A cirurgia de colocação de BGA via aberta indicou aumento dos custos em saúde após realização da cirurgia bariátrica em torno de 80% (SMD 0,788; IC95% 0,043 - 1,534; $p = 0,038$); enquanto a cirurgia de colocação de BGA via laparoscópica mostrou redução dos custos após cirurgia de aproximadamente 70% (SMD -1,681; IC95% -2,175 - -1,187; $p < 0,001$) (Tabela 4 e Figura 4).

Tabela 4. Meta-análise da avaliação de custos totais da obesidade após cirurgia bariátrica.

Custo total por cirurgia	SMD (IC95%)	P	Heterogeneidade I² (%)		
Sem definição do tipo de cirurgia					
Karim MA et al., 2011	-4,062 (-4,856 - -3,268)	0,010	100,0		
Ikramuddin S et al., 2009	-2,900 (-2,985 - -2,816)				
Craig BM et al., 2002	-2,440 (-2,589 - -2,292)				
Chang SH et al., 2010	1,570 (1,564 - 1,575)				
Keating CL et al., 2009	-1,405 (-1,806 - -1,005)				
Gulliford MC et al., 2017	-1,224 (-1,230 - -1,218)				
Kelles SM et al., 2005	-1,119 (-1,271 - -0,966)				
Castilla I et al., 2014	-1,235 (-1,331 - -1,139)				
Karim MA et al., 2011	-2,509 (-2,904 - -2,113)				
Agrupado	-1,691 (-2,986 - -0,396)				
BGYR, Aberta					
Cremieux PY et al., 2005	3,409 (3,407 - 3,411)	0,167	100,0		
Hoerger TJ et al., 2005	-0,529 (-0,618 - -0,440)				
Tang Q et al., 2016	0,879 (0,554 - 1,204)				
Maciejewski ML et al., 2008	4,882 (4,850 - 4,914)				
Mäklin S et al., 2011	-0,961 (-1,053 - -0,868)				
Powers KA et al., 2007	0,662 (0,640 - 0,684)				
Faria GR et al., 2013	-1,159 (-1,189 - -1,129)				
Czernichow S et al., 2009	1,651 (1,480 - 1,823)				
Agrupado	1,105 (-0,462 - 2,671)				
BGYR, Laparoscópica					
Anselmino M et al., 2009	-1,884 (-1,990 - -1,779)	0,711	99,9		
Anselmino M et al., 2009	0,866 (0,774 - 0,958)				
Agrupado	-0,509 (-3,204 - 2,186)				
Gastrectomia vertical, Aberto					
James R et al., 2017	-1,156 (-1,251 - -1,061)	0,138	99,9		
Mäklin S et al., 2011	-0,940 (-1,032 - -0,848)				
Czernichow S et al., 2009	0,822 (0,667 - 0,976)				
Hyun Jin Song et al., 2013	-2,460 (-2,497 - -2,424)				
Agrupado	-0,935 (-2,172 - 0,302)				
BGA, Aberta					
Tang Q et al., 2016	2,995 (2,542 - 3,448)	0,038	99,9		
James R et al., 2017	0,229 (0,141 - 0,317)				
Mäklin S et al., 2011	-0,525 (-0,614 - -0,436)				
Powers KA et al., 2007	1,515 (1,466 - 1,565)				
Faria GR et al., 2013	-0,083 (-0,111 - -0,055)				
Czernichow S et al., 2009	0,723 (0,570 - 0,876)				
Agrupado	0,788 (0,043 - 1,534)				
BGA, Laparoscópica					
Padwal R et al., 2011	-1,432 (-1,442 - -1,422)	<0,001	98,8		
Anselmino M et al., 2009	-1,936 (-2,042 - -1,829)				
Agrupado	-1,681 (-2,175 - -1,187)				
Total agrupado	-0,312 (-1,225 - 0,601)	0,503	100,0		

Fonte: Elaboração própria, a partir de revisão sistemática de literatura. Obs.: BGYR = *Bypass* gástrico em Y-de-Roux; Vertical = Gastrectomia vertical; BGA = Banda gástrica ajustável; IC95% = intervalo de confiança de 95%.

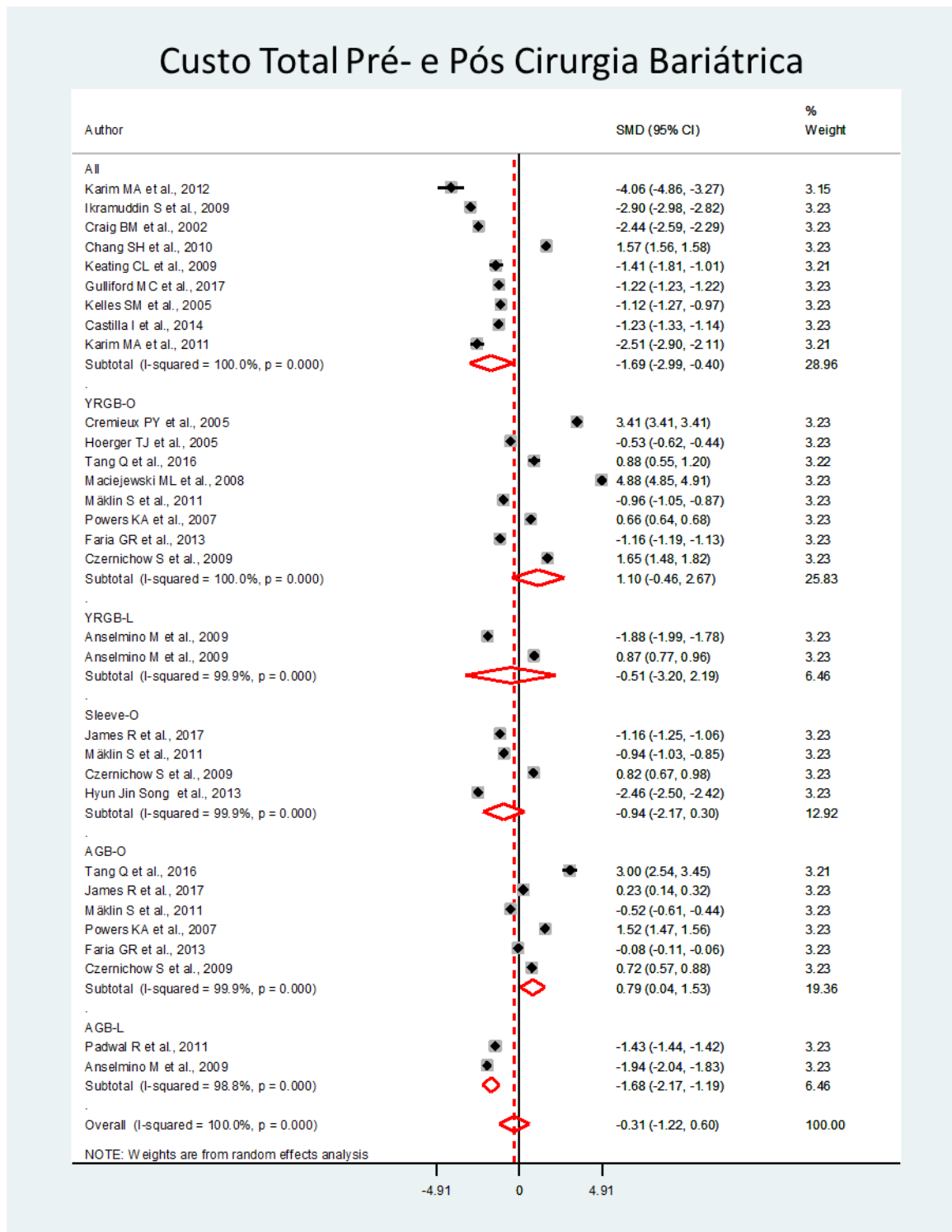


Figura 4. *Forest plot* dos estudos de avaliação dos custos totais em saúde de pacientes com obesidade antes e após cirurgia bariátrica.

Fonte: Elaboração própria, a partir de revisão sistemática de literatura. Obs.: 95%CI = intervalo de confiança de 95%.

6.1.2.2. Despesas no tratamento de morbidades crônicas

A meta-análise dos estudos de avaliação dos custos de tratamento do infarto agudo do miocárdio (IAM), diabetes *mellitus* tipo 2 (DMT2) e custos com medicamentos, comparando valores antes e após cirurgia bariátrica, mostrou significativa redução nos custos. O total agrupado dos resultados dos estudos apontou redução total nos custos de aproximadamente oito vezes (SMD -7,945; IC95% -9,248 - -6,641; $p < 0,001$) (Tabela 5 e Figura 5).

Tabela 5. Meta-análise da avaliação de custos do tratamento de doenças crônicas e gastos com medicamentos relacionados à obesidade

Tratamento	Estimativa do tamanho do efeito SMD (IC95%)	P	Teste de Heterogeneidade I ² (%)
Infarto agudo do miocárdio			
Anselmino M et al., 2009	-2,509 (-2,904 - -2,113)	<0,001	-
Agrupado	-2,509 (-2,904 - -2,113)		
Gastos em medicamentos			
Karim MA et al., 2011	3,409 (3,407 - 3,411)	<0,001	-
Agrupado	3,409 (3,407 - 3,411)		
Diabetes <i>mellitus</i> tipo 2			
Tang Q et al., 2016	-17,382 (-19,323 - -15,440)	0,018	99,6
Anselmino M et al., 2009	-3,523 (-3,603 - -3,442)		
Tang Q et al., 2016	-32,763 (-36,389 - -29,138)		
Agrupado	-17,791 (-32,570 - -3,012)		
Total agrupado	-7,945 (-9,248 - -6,641)	<0,001	99,7

Fonte: Elaboração própria, a partir de revisão sistemática de literatura. Obs.: IC95% = intervalo de confiança de 95%.

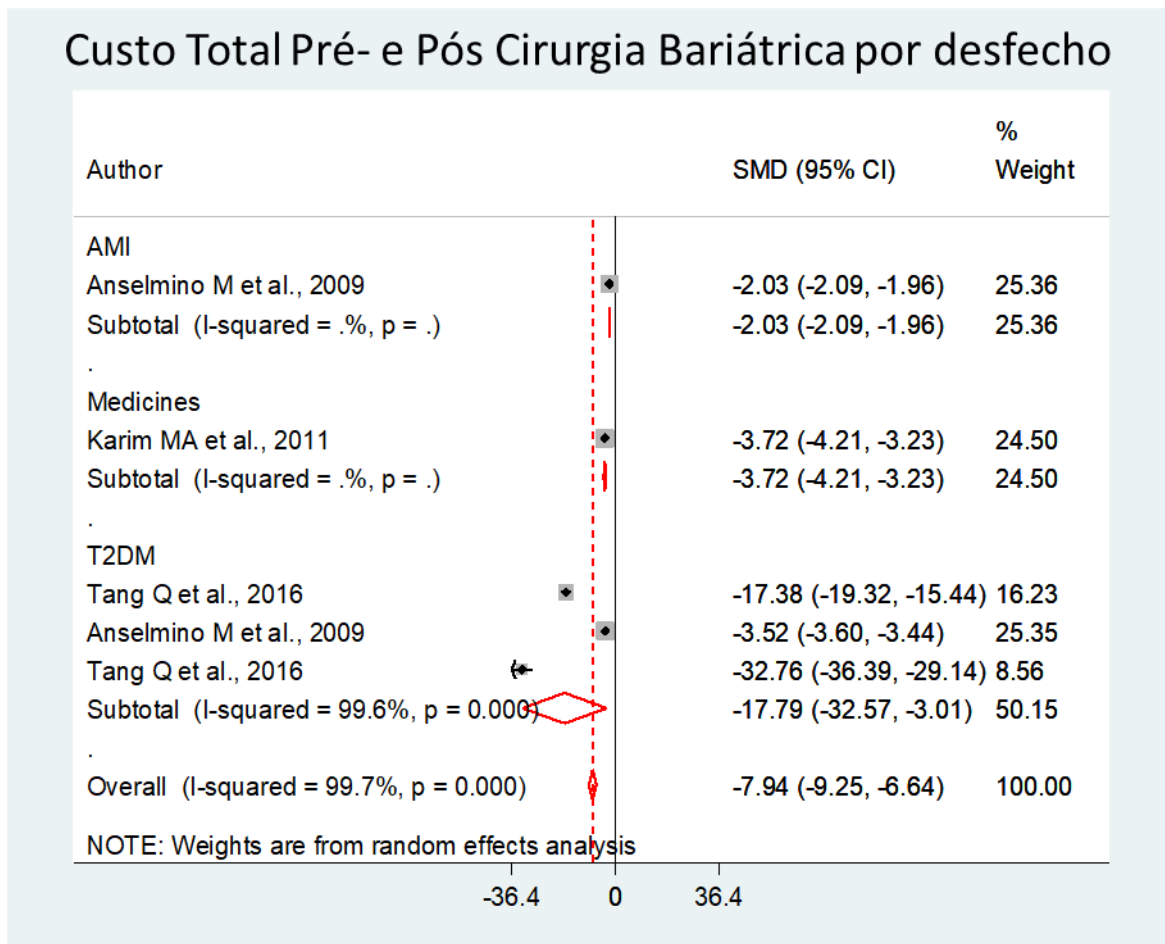


Figura 5. *Forest plot* dos estudos de avaliação de custos totais em saúde de pacientes com obesidade antes e após cirurgia bariátrica.

Fonte: Elaboração própria, a partir de revisão sistemática de literatura. Obs: AMI = infarto agudo do miocárdio; medicines = medicamentos; T2DM = diabetes *mellitus* tipo 2; 95%CI = intervalo de confiança de 95%.

6.1.2.3. Custos antes e após cirurgia bariátrica segundo nível de renda do país

A meta-análise dos estudos de avaliação de custos do tratamento de pacientes com obesidade, antes e após realização da cirurgia bariátrica, segundo nível de renda dos países de realização da cirurgia, mostrou significativa redução nos custos.

Ocorreu maior redução de custos em países de renda média-alta, como o Brasil, Argentina, Turquia, China, México, Rússia, entre outros, em comparação com países de renda alta como Estados Unidos, Suíça, Inglaterra, Alemanha, Itália, entre outros (Tabela 6 e Figura 6).²¹²

Tabela 6. Meta-análise da avaliação de custos totais do tratamento com obesidade, segundo nível de renda per capita.

Nível de renda	Estimativa do tamanho do efeito SMD (IC95%)	P	Teste de Heterogeneidade I ² (%)
Países com alta renda per capita			
Karim MA et al., 2011	-4,062 (-4,856 - -3,268)		
Ikramuddin S et al., 2009	-2,900 (-2,985 - -2,816)		
Craig BM et al., 2002	-2,440 (-2,589 - -2,292)		
Chang SH et al., 2010	1,570 (1,564 - 1,575)		
Keating CL et al., 2009	-1,405 (-1,806 - -1,005)		
Gulliford MC et al., 2017	-1,224 (-1,230 - -1,218)		
Castilla I et al., 2014	-1,235 (-1,331 - -1,139)		
Karim MA et al., 2011	-2,509 (-2,904 - -2,113)		
Cremieux PY et al., 2005	3,409 (3,407 - 3,411)		
Hoerger TJ et al., 2005	-0,529 (-0,618 - -0,440)		
Maciejewski ML et al., 2008	4,882 (4,850 - 4,914)		
Mäklin S et al., 2011	-0,961 (-1,053 - -0,868)		
Powers KA et al., 2007	0,662 (0,640 - 0,684)		
Faria GR et al., 2013	-1,159 (-1,189 - -1,129)		
Czernichow S et al., 2009	1,651 (1,480 - 1,823)	<0,001	100,0
Anselmino M et al., 2009	-1,884 (-1,990 - -1,779)		
Anselmino M et al., 2009	0,866 (0,774 - 0,958)		
James R et al., 2017	-1,156 (-1,251 - -1,061)		
Mäklin S et al., 2011	-0,940 (-1,032 - -0,848)		
Czernichow S et al., 2009	0,822 (0,667 - 0,976)		
Hyun Jin Song et al., 2013	-2,460 (-2,497 - -2,424)		
James R et al., 2017	0,229 (0,141 - 0,317)		
Mäklin S et al., 2011	-0,525 (-0,614 - -0,436)		
Powers KA et al., 2007	1,515 (1,466 - 1,565)		
Faria GR et al., 2013	-0,083 (-0,111 - -0,055)		
Czernichow S et al., 2009	0,723 (0,570 - 0,876)		
Padwal R et al., 2011	-1,432 (-1,442 - -1,422)		
Anselmino M et al., 2009	-1,936 (-2,042 - -1,829)		
Agrupado	-0,443 (-1,403 - 0,517)		
Países com média-alta renda per capita			
Kelles et al., 2005	-1,119 (-1,271 - -0,966)		
Tang Q et al., 2016	0,879 (0,554 - 1,204)		
Tang Q et al., 2016	2,995 (2,542 - 3,448)		
Tang Q et al., 2016	-17,382 (-19,323 - -15,440)	<0,001	99,6
Tang Q et al., 2016	-32,763 (-36,389 - -29,138)		
Agrupado	-8,120 (-11,056 - -5,184)		
Total agrupado	-1,432 (-2,323 - -0,541)	0,002	100,0

Fonte: Elaboração própria, a partir de revisão sistemática de literatura. Obs.: IC95% = intervalo de confiança de 95%.

O resultado total agrupado apontou redução total nos custos de aproximadamente 1,4 vezes (SMD -1,432; IC95% -2,323 - -0,541; $p = 0,002$), sendo que, em países de renda alta,

houve redução de aproximadamente 44% e em países de renda média-alta ocorreu redução em torno de 8 vezes do custo em saúde registrado antes da cirurgia.

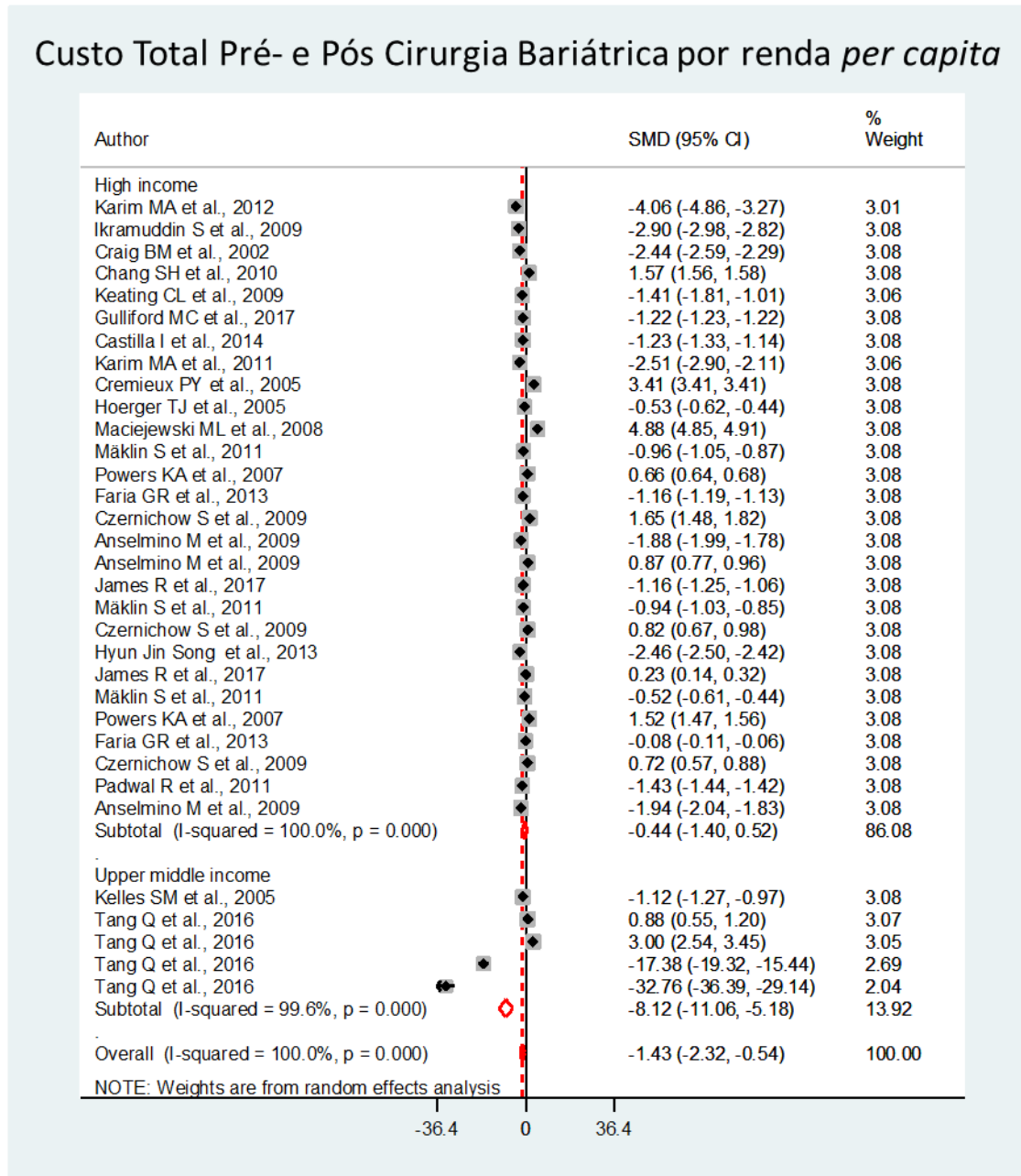


Figura 6. *Forest plot* dos estudos de avaliação de custos totais em saúde de pacientes com obesidade antes e após cirurgia bariátrica, segundo nível de renda per capita.

Fonte: Elaboração própria, a partir de revisão sistemática de literatura. Obs: *high income* = alta renda per capita; *upper middle income* = média-alta renda per capita; 95% CI = intervalo de confiança de 95%.

6.1.2.4. Modificação de trajetória dos gastos em saúde

Alguns estudos apresentaram avaliação da trajetória de gastos em saúde antes e após da cirurgia bariátrica como métrica de efetividade da intervenção. A partir da meta-análise dos dados dos estudos, identificou-se redução de aproximadamente 35% dos gastos após a cirurgia bariátrica, em comparação com pacientes obesos sem cirurgia (ES 0,652; IC95% 0.462 - 0.841; $p < 0,001$) (Tabela 7 e Figura 7).

Tabela 7. Meta-análise da avaliação da efetividade da cirurgia bariátrica na redução dos gastos totais em saúde relacionados à obesidade.

Custos	Estimativa do tamanho do efeito ES (IC95%)	P	Teste de Heterogeneidade I² (%)
Estudos			
Chang SH et al., 2010	0,350 (0,320 - 0,370)		
Cremieux PY et al., 2005	0,720 (0,660 - 0,780)		
Padwal R et al., 2011a	0,760 (0,590 - 0,990)		
Padwal R et al., 2011b	0,670 (0,530 - 0,850)		
Padwal R et al., 2011c	0,760 (0,590 - 0,990)	<0,001	97,7
Padwal R et al., 2011d	0,940 (0,870 - 1,000)		
Padwal R et al., 2011e	0,750 (0,580 - 0,950)		
Welbourn R et al., 2010	0,760 (0,590 - 0,990)		
Zhou X et al., 2015a	0,330 (0,010 - 1,000)		
Zhou X et al., 2015b	0,380 (0,290 - 0,500)		
Total agrupado	0,652 (0,462 - 0,841)	<0,001	97,7

Fonte: Elaboração própria, a partir de revisão sistemática de literatura. Obs.: IC95% = intervalo de confiança de 95%.

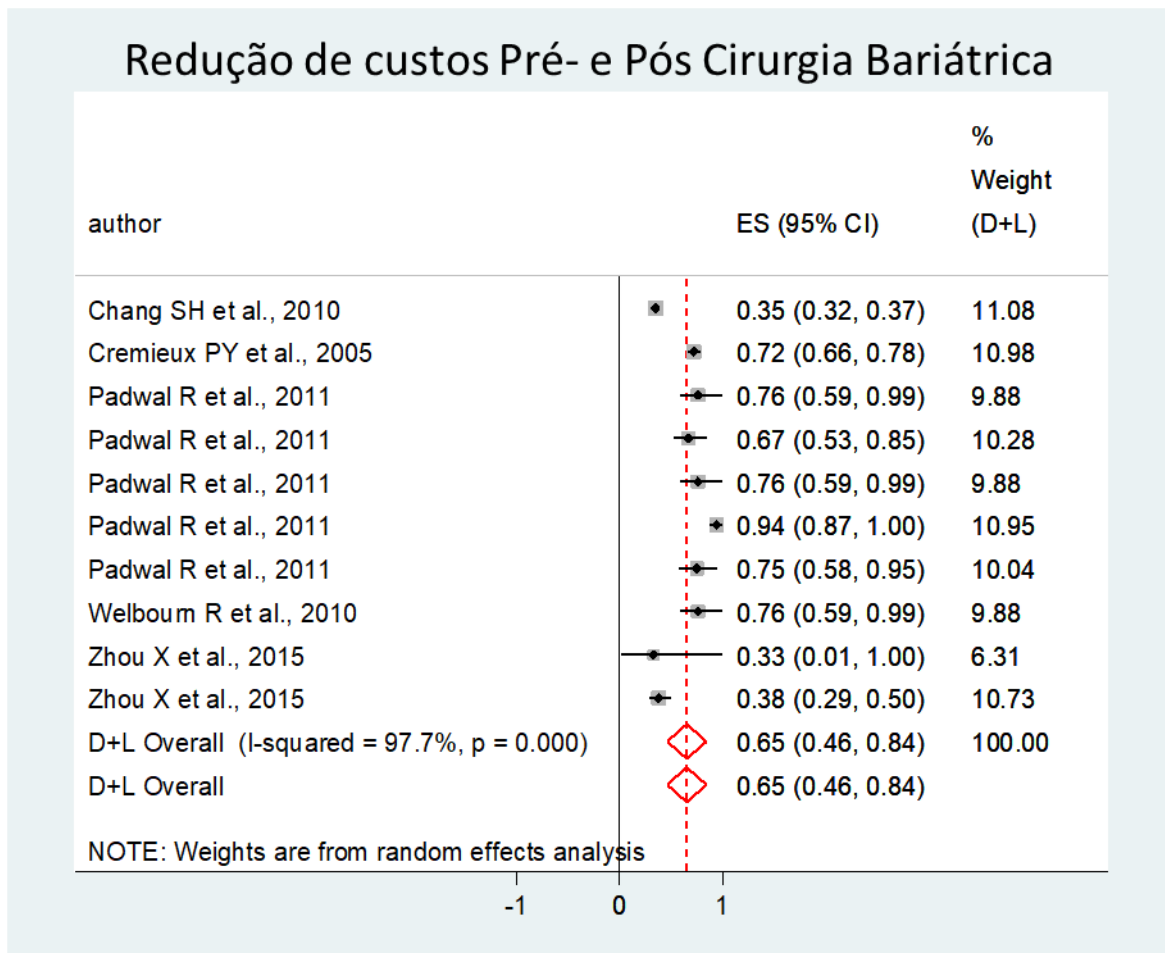


Figura 7. *Forest plot* dos estudos de avaliação da efetividade da cirurgia bariátrica na redução dos gastos totais em saúde relacionados à obesidade.

Fonte: Elaboração própria, a partir de revisão sistemática de literatura. Obs.: 95%CI = intervalo de confiança de 95%.

6.1.2.5. Uso de medicamentos

Em termos de uso de medicamentos relacionados ao tratamento da obesidade, a meta-análise dos estudos de avaliação da efetividade da cirurgia bariátrica apontou redução de aproximadamente 85% no uso de medicamentos utilizados após cirurgia bariátrica, em comparação com pacientes obesos sem cirurgia (ES 0,160; IC95% 0.005 - 0.314; $p < 0,001$) (Tabela 8 e Figura 8).

Tabela 8. Meta-análise da avaliação da efetividade da cirurgia bariátrica na redução do uso de medicamentos relacionados ao tratamento da obesidade.

Uso de medicamentos	Estimativa do tamanho do efeito ES (IC95%)	P	Teste de Heterogeneidade I ² (%)
Estudos			
Welbourn R et al., 2010	0.120 (0.030 - 0.560)	0,718	0,0
Welbourn R et al., 2010	0.180 (0.070 - 0.450)		
Total agrupado	0.160 (0.005 - 0.314)	0,043	97,7

Fonte: Elaboração própria, a partir de revisão sistemática de literatura. Obs.: IC95% = intervalo de confiança de 95%.

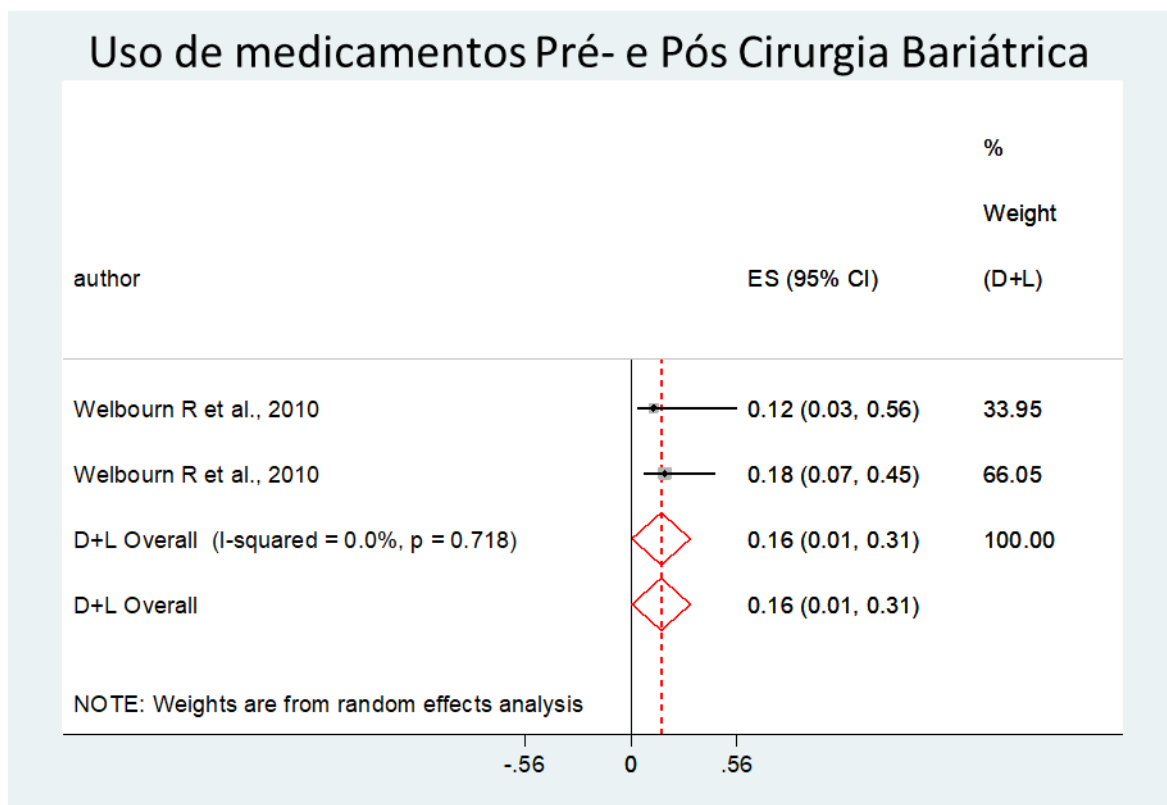


Figura 8. *Forest plot* dos estudos de avaliação da efetividade da cirurgia bariátrica na redução dos gastos com medicamentos para tratamento da obesidade.

Fonte: Elaboração própria, a partir de revisão sistemática de literatura. Obs.: 95%CI = intervalo de confiança de 95%.

6.1.3. Efeitos da cirurgia bariátrica em desfechos de saúde

A maioria dos artigos de avaliação econômica completa incluídos na revisão buscou avaliar taxas de resolução ou diminuição de risco de ocorrência das principais doenças crônicas

não transmissíveis relacionadas à obesidade como medidas de efetividade, incluindo diabetes, hipertensão, dislipidemias, doenças cardiovasculares, câncer e depressão, assim como mortalidade (Tabela 9).

Tabela 9. Dados de avaliações de custo e efetividade da cirurgia bariátrica.

Referência	País	Recurso avaliado	N	RR (IC95%)
Efetividade geral (sem especificação)				
Chang SH <i>et al.</i> , 2010	EUA	Custo total	61	0,35 (0,32 - 0,37)
Cremieux PY <i>et al.</i> , 2005	EUA	Custo total	5.000.000	0,72 (0,66 - 0,78)
Gulliford MC <i>et al.</i> , 2017	Reino Unido	DMT2	1.406	0,20 (0,13 - 0,30)
Gulliford MC <i>et al.</i> , 2017	Reino Unido	IAM-DCV	5.321	0,67 (0,54 - 0,83)
Gulliford MC <i>et al.</i> , 2017	Reino Unido	Mortalidade	22.296	0,45 (0,36 - 0,56)
Gulliford MC <i>et al.</i> , 2017	Reino Unido	Câncer	3.507	0,58 (0,44 - 0,77)
Gulliford MC <i>et al.</i> , 2017	Reino Unido	Depressão	4.393	0,82 (0,78 - 0,87)
Gulliford MC <i>et al.</i> , 2017	Reino Unido	Depressão	4.393	0,83 (0,76 - 0,9)
Gulliford MC <i>et al.</i> , 2017	Reino Unido	Depressão	4.393	0,87 (0,78 - 0,97)
Ikramuddin S <i>et al.</i> , 2009	EUA	DLM	83	0,90 (0,70 - 3,80)
Padwal R <i>et al.</i> , 2011	Canadá	Custo total	60	0,76 (0,59 - 0,99)
Padwal R <i>et al.</i> , 2011	Canadá	Custo total	60	0,67 (0,53 - 0,85)
Padwal R <i>et al.</i> , 2011	Canadá	Custo total	4.047	0,76 (0,59 - 0,99)
Padwal R <i>et al.</i> , 2011	Canadá	Custo total	1.856	0,94 (0,87 - 1,00)
Padwal R <i>et al.</i> , 2011	Canadá	Custo total	1.856	0,75 (0,58 - 0,95)
Padwal R <i>et al.</i> , 2011	Canadá	DMT2	60	0,18 (0,07 - 0,45)
Padwal R <i>et al.</i> , 2011	Canadá	DMT2	60	0,77 (0,71 - 0,83)
Padwal R <i>et al.</i> , 2011	Canadá	DMT2	1.703	0,28 (0,07 - 0,45)
Padwal R <i>et al.</i> , 2011	Canadá	HAS	1.703	0,60 (0,38 - 0,91)
Padwal R <i>et al.</i> , 2011	Canadá	DLM	1.703	0,88 (1,60 - 3,60)
Padwal R <i>et al.</i> , 2011	Canadá	DLM	60	0,18 (0,07 - 0,45)
Padwal R <i>et al.</i> , 2011	Canadá	Câncer	4.047	0,67 (0,53 - 0,85)
Powers KA <i>et al.</i> , 2007	EUA	DMT2	1.846	0,29 (0,14 - 0,63)
Powers KA <i>et al.</i> , 2007	EUA	HAS	4.805	0,62 (0,56 - 0,68)
Powers KA <i>et al.</i> , 2007	EUA	DLM	1.019	0,77 (0,79 - 0,90)
Welbourn R <i>et al.</i> , 2010	Canadá	Medicamentos	3.201	0,12 (0,03 - 0,56)
Welbourn R <i>et al.</i> , 2010	Canadá	Medicamentos	60	0,18 (0,07 - 0,45)
Welbourn R <i>et al.</i> , 2010	Canadá	Custo total	3.201	0,76 (0,59 - 0,99)
Zhou X <i>et al.</i> , 2015	EUA	Custo total	332	0,33 (0,01 - 1,00)
Zhou X <i>et al.</i> , 2015	EUA	Custo total	28.528	0,38 (0,29 - 0,50)
Zhou X <i>et al.</i> , 2015	EUA	IAM-DCV	34	0,37 (0,01 - 1,00)
Zhou X <i>et al.</i> , 2015	EUA	IAM-DCV	43	1,52 (0,06 - 3,19)
Zhou X <i>et al.</i> , 2015	EUA	IAM-DCV	30	0,32 (0,01 - 8,24)
Zhou X <i>et al.</i> , 2015	EUA	IAM-DCV	90	0,33 (0,03 - 3,19)
Zhou X <i>et al.</i> , 2015	EUA	IAM-DCV	43	0,96 (0,10 - 9,55)
Zhou X <i>et al.</i> , 2015	EUA	IAM-DCV	5.726	0,71 (0,54 - 0,94)
Zhou X <i>et al.</i> , 2015	EUA	IAM-DCV	4.612	0,66 (0,49 - 0,89)
Zhou X <i>et al.</i> , 2015	EUA	IAM-DCV	3.614	0,33 (0,13 - 0,83)
Zhou X <i>et al.</i> , 2015	EUA	IAM-DCV	2.688	0,12 (0,09 - 0,17)
Zhou X <i>et al.</i> , 2015	EUA	IAM-DCV	2.010	0,67 (0,54 - 0,83)
Zhou X <i>et al.</i> , 2015	EUA	Câncer	489	0,74 (0,65 - 0,85)
Zhou X <i>et al.</i> , 2015	EUA	Câncer	280	0,55 (0,35 - 0,85)
Zhou X <i>et al.</i> , 2015	EUA	Câncer	178	0,66 (0,37 - 1,19)
Zhou X <i>et al.</i> , 2015	EUA	Mortalidade	287	0,33 (0,01 - 1,00)
Gastrectomia vertical-Aberta				
Powers KA <i>et al.</i> , 2007	EUA	Mortalidade	66	0,65 (0,46 - 0,71)
Powers KA <i>et al.</i> , 2007	EUA	Mortalidade	215	0,71 (0,22 - 0,92)
Powers KA <i>et al.</i> , 2007	EUA	DMT2	66	0,69 (0,55 - 0,88)
Powers KA <i>et al.</i> , 2007	EUA	IAM-DCV	66	0,73 (0,54 - 0,94)
Powers KA <i>et al.</i> , 2007	EUA	HAS	382	0,74 (0,59 - 0,79)
Powers KA <i>et al.</i> , 2007	EUA	DLM	215	0,61 (0,28 - 0,86)
Powers KA <i>et al.</i> , 2007	EUA	Câncer	66	0,65 (0,48 - 0,85)
BGYR-Laparoscópica				
Ikramuddin S <i>et al.</i> , 2009	EUA	HAS	38	0,47 (0,46 - 0,60)

(continua)

(continuação)

Referência	País	Recurso avaliado	N	RR (IC95%)
BGYR-Aberta				
Powers KA <i>et al.</i> , 2007	EUA	DMT2	989	0,90 (0,77 - 0,97)
Powers KA <i>et al.</i> , 2007	EUA	HAS	2.115	0,67 (0,58 - 0,76)
Powers KA <i>et al.</i> , 2007	EUA	DLM	125	0,96 (0,93 - 1,00)
BGA-Laparoscópica				
Gulliford MC <i>et al.</i> , 2017	Reino Unido	DMT2	60	0,20 (0,13 - 0,30)
Keating CL <i>et al.</i> , 2012	Austrália	DMT2	11.769	0,18 (0,17 - 0,18)
BGA-Aberta				
Padwal R <i>et al.</i> , 2011	Canadá	DMT2	60	0,18 (0,07 - 0,45)
Powers KA <i>et al.</i> , 2007	EUA	DMT2	205	0,43 (0,29 - 0,67)
Powers KA <i>et al.</i> , 2007	EUA	HAS	604	0,43 (0,30 - 0,56)
Powers KA <i>et al.</i> , 2007	EUA	DLM	426	0,59 (0,28 - 0,89)
Welbourn R <i>et al.</i> , 2007	Canadá	Mortalidade	966	0,18 (0,10 - 0,85)

Fonte: Elaboração própria, a partir de revisão sistemática de literatura. Obs.: RR = risco relativo; IC95% = intervalo de confiança de 95%; DLM = dislipidemia; DMT2 = diabetes *mellitus* tipo 2; HAS = hipertensão arterial sistêmica; IAM/DCV = infarto agudo do miocárdio/doença cardiovascular.

6.1.3.1. Mortalidade

Foi realizada meta-análise dos estudos de avaliação da efetividade da cirurgia bariátrica na ocorrência das principais DCNT relacionadas à obesidade, como DMT2, hipertensão arterial sistólica, dislipidemia ou hiperlipidemia, câncer obesidade, doenças cardiovasculares (incluindo infarto agudo do miocárdio), mortalidade total, depressão e uso de medicamentos, assim como custo total em saúde.

A meta-análise dos estudos de avaliação da efetividade da cirurgia bariátrica, em termos de redução do risco de mortalidade por DCNT relacionadas à obesidade, apontou elevada redução do risco após realização da cirurgia bariátrica, em comparação com pacientes obesos sem cirurgia. Houve redução estatisticamente significativa de aproximadamente 50% no risco de morte no paciente após realização da cirurgia bariátrica (ES 0,505; IC95% 0,345 - 0,665; $p < 0,001$) (Tabela 10 e Figura 9).

Tabela 10. Meta-análise de avaliação da efetividade da cirurgia bariátrica na redução do risco de morte por DCNT relacionadas à obesidade.

Referências	Estimativa do tamanho do efeito ES (IC95%)	P	Teste de Heterogeneidade I ² (%)
Welbourn R et al., 2007	0,180 (0,100 - 0,850)	0,028	63,3
Gulliford MC et al., 2017	0,450 (0,360 - 0,560)		
Zhou X et al., 2015	0,330 (0,010 - 1,000)		
Powers KA et al., 2007	0,650 (0,460 - 0,710)		
Powers KA et al., 2007	0,710 (0,220 - 0,920)		
Total agrupado	0,505 (0,345 - 0,665)	<0,001	63,3

Fonte: Elaboração própria, a partir de revisão sistemática de literatura. Obs.: IC95% = intervalo de confiança de 95%.

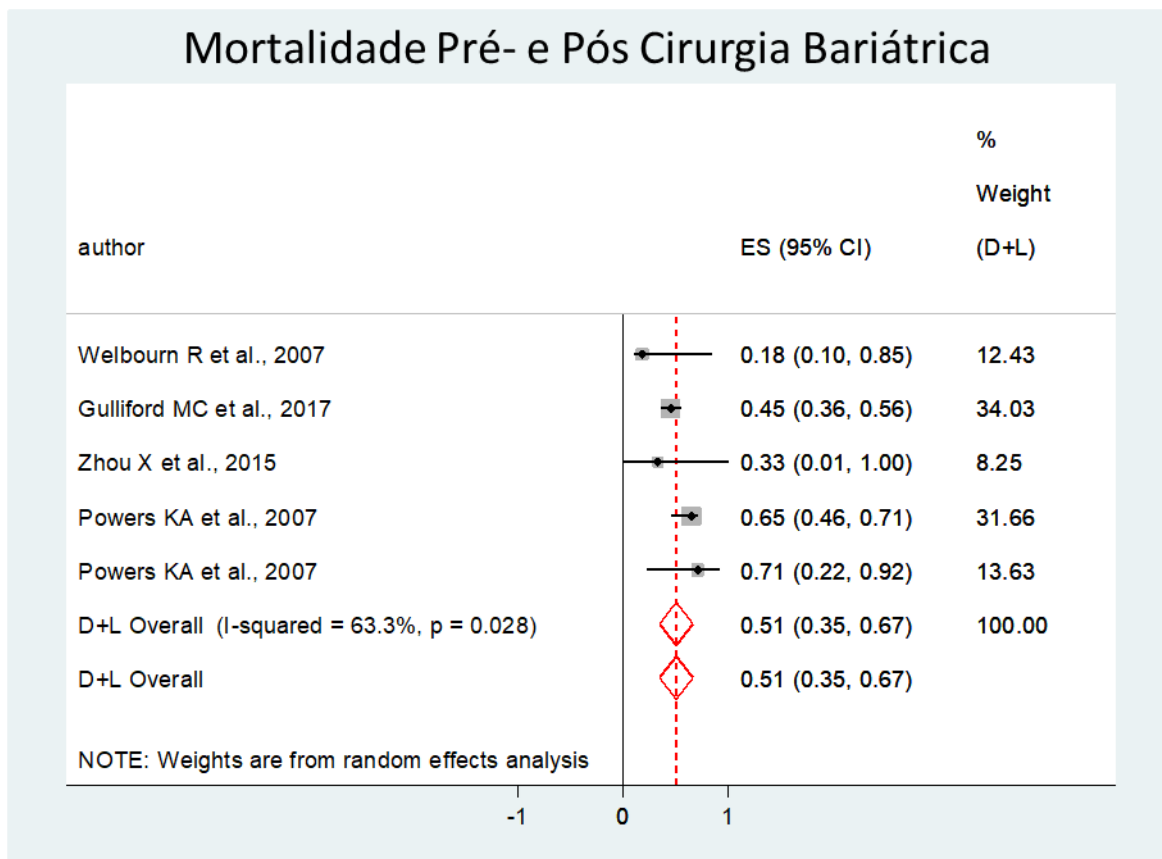


Figura 9. *Forest plot* dos estudos de avaliação da efetividade da cirurgia bariátrica na redução do risco de morte causada por DCNT relacionadas à obesidade.

Fonte: Elaboração própria, a partir de revisão sistemática de literatura. Obs.: 95%CI = intervalo de confiança de 95%.

6.1.3.2. Diabetes

A meta-análise dos estudos de avaliação da efetividade da cirurgia bariátrica, em termos de redução do diagnóstico de diabetes relacionada à obesidade, indicou elevada redução do risco após a cirurgia bariátrica, em comparação com pacientes obesos sem cirurgia. Houve redução significativa de aproximadamente 40% no risco de diabetes nos pacientes após cirurgia bariátrica (ES 0,505; IC95% 0,345 - 0,665; $p < 0,001$) (Tabela 11 e Figura 10).

Tabela 11. Meta-análise da avaliação da efetividade da cirurgia bariátrica na redução do risco de diabetes relacionada com obesidade e sobrepeso.

Referências	Estimativa do tamanho do efeito ES (IC95%)	P	Teste de Heterogeneidade I ² (%)
Gulliford MC et al., 2017	0,200 (0,130 - 0,300)		
Keating CL et al., 2012	0,180 (0,170 - 0,180)		
Padwal R et al., 2011	0,180 (0,070 - 0,450)		
Powers KA et al., 2007	0,430 (0,290 - 0,670)		
Gulliford MC et al., 2017	0,200 (0,130 - 0,300)		
Padwal R et al., 2011	0,180 (0,070 - 0,450)	<0,001	98,3
Padwal R et al., 2011	0,768 (0,707 - 0,829)		
Padwal R et al., 2011	0,280 (0,070 - 0,450)		
Powers KA et al., 2007	0,290 (0,140 - 0,630)		
Powers KA et al., 2007	0,690 (0,550 - 0,880)		
Powers KA et al., 2007	0,900 (0,770 - 0,970)		
Total agrupado	0,393 (0,206 - 0,581)	<0,001	98,3

Fonte: Elaboração própria, a partir de revisão sistemática de literatura. Obs.: IC95% = intervalo de confiança de 95%.

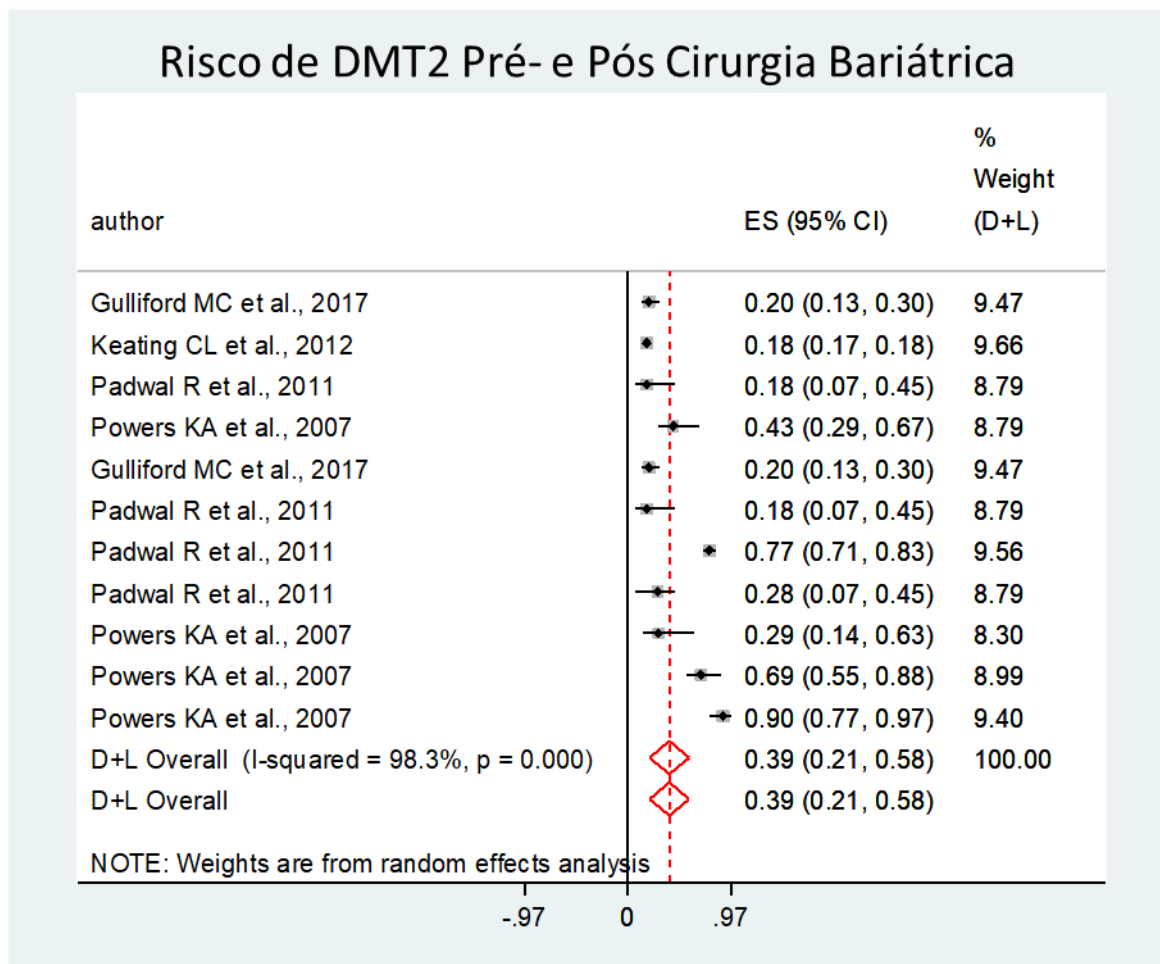


Figura 10. *Forest plot* dos estudos de avaliação da efetividade da cirurgia bariátrica na redução do risco de diabetes tipo 2 relacionada à obesidade.

Fonte: Elaboração própria, a partir de revisão sistemática de literatura. Obs.: 95%CI = intervalo de confiança de 95%.

6.1.3.3. Dislipidemia

A meta-análise dos estudos de avaliação da efetividade da cirurgia bariátrica, em termos de redução do diagnóstico de dislipidemias, apontou redução de aproximadamente 70% no risco de dislipidemias após cirurgia bariátrica, em comparação com pacientes obesos sem cirurgia (ES 0,68; IC95% 0.206 - 0.874; $p < 0,001$) (Tabela 12 e Figura 11).

Tabela 12. Meta-análise da avaliação da efetividade da cirurgia bariátrica na redução do risco de dislipidemia relacionada à obesidade.

Risco de dislipidemia	Estimativa do tamanho do efeito ES (IC95%)	P	Teste de Heterogeneidade I ² (%)
Powers KA et al., 2007	0,590 (0,280 - 0,890)		
Ikramuddin S et al., 2009	0,900 (0,700 - 3,800)		
Padwal R et al., 2011	1,600 (0,880 - 3,600)		
Padwal R et al., 2011	0,180 (0,070 - 0,450)	<0,001	93,0
Powers KA et al., 2007	0,790 (0,770 - 0,900)		
Powers KA et al., 2007	0,610 (0,280 - 0,860)		
Powers KA et al., 2007	0,960 (0,930 - 1,000)		
Total agrupado	0,680 (0,206 - 0,874)	<0,001	93,0

Fonte: Elaboração própria, a partir de revisão sistemática de literatura. Obs.: IC95% = intervalo de confiança de 95%.

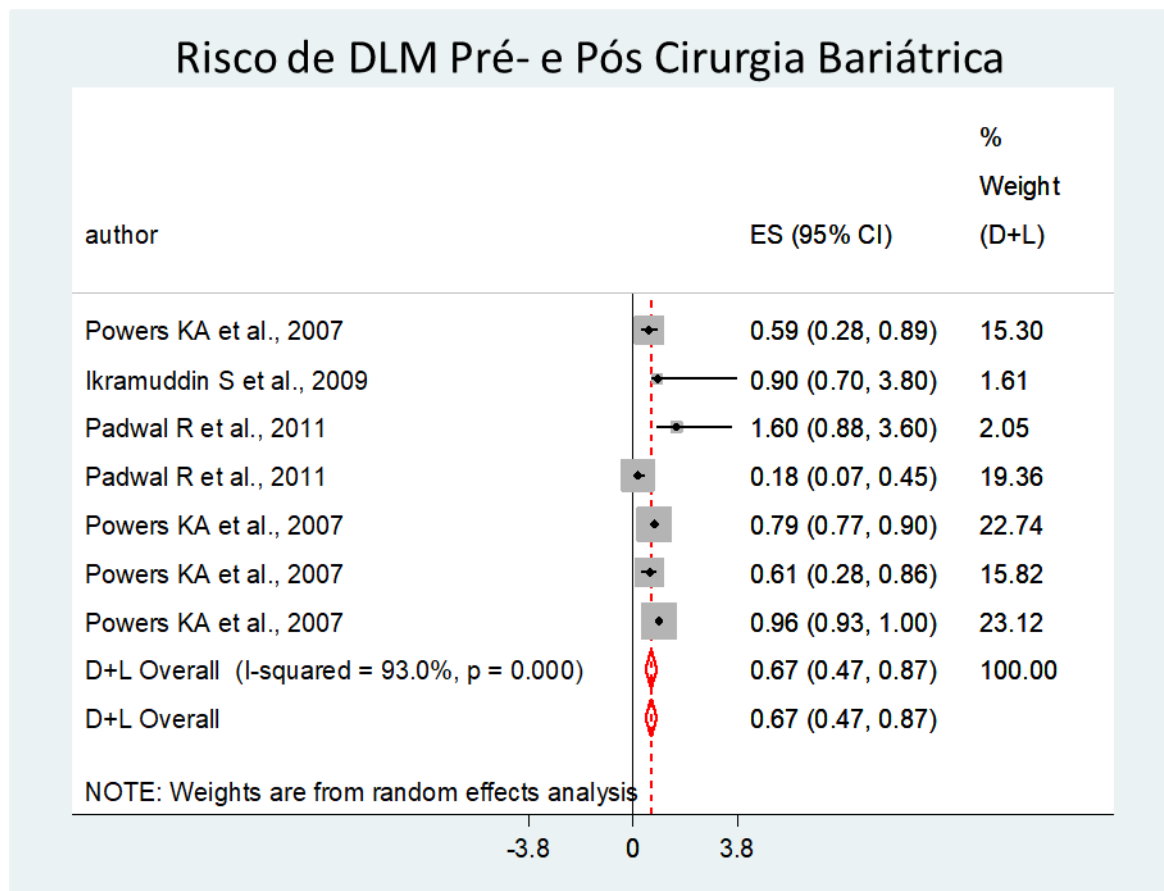


Figura 11. *Forest plot* dos estudos de avaliação da efetividade da cirurgia bariátrica na redução do risco de dislipidemia relacionadas à obesidade.

Fonte: Elaboração própria, a partir de revisão sistemática de literatura. Obs.: DLM = dislipidemia; 95%CI = intervalo de confiança de 95%.

6.1.3.4. Hipertensão arterial

A meta-análise de estudos de avaliação da efetividade da cirurgia bariátrica, em termos de redução do diagnóstico de hipertensão arterial, indicou redução de aproximadamente 60% no risco de HAS após cirurgia bariátrica, em comparação com pacientes obesos sem cirurgia (ES 0,589; IC95% 0.493 - 0.685; $p < 0,001$) (Tabela 13 e Figura 12).

Tabela 13. Meta-análise da avaliação da efetividade da cirurgia bariátrica na redução do risco de hipertensão arterial relacionada à obesidade.

Risco de hipertensão	Estimativa do tamanho do efeito ES (IC95%)	P	Teste de Heterogeneidade I ² (%)
Estudos			
Powers KA et al., 2007	0,430 (0,300 - 0,560)	<0,001	83,1
Padwal R et al., 2011	0,600 (0,380 - 0,910)		
Powers KA et al., 2007	0,617 (0,556 - 0,678)		
Powers KA et al., 2007	0,740 (0,590 - 0,790)		
Ikramuddin S et al., 2009	0,470 (0,460 - 0,600)		
Powers KA et al., 2007	0,670 (0,580 - 0,760)		
Total agrupado	0,589 (0,493 - 0,685)	<0,001	83,1

Fonte: Elaboração própria, a partir de revisão sistemática de literatura. Obs.: IC95% = intervalo de confiança de 95%.

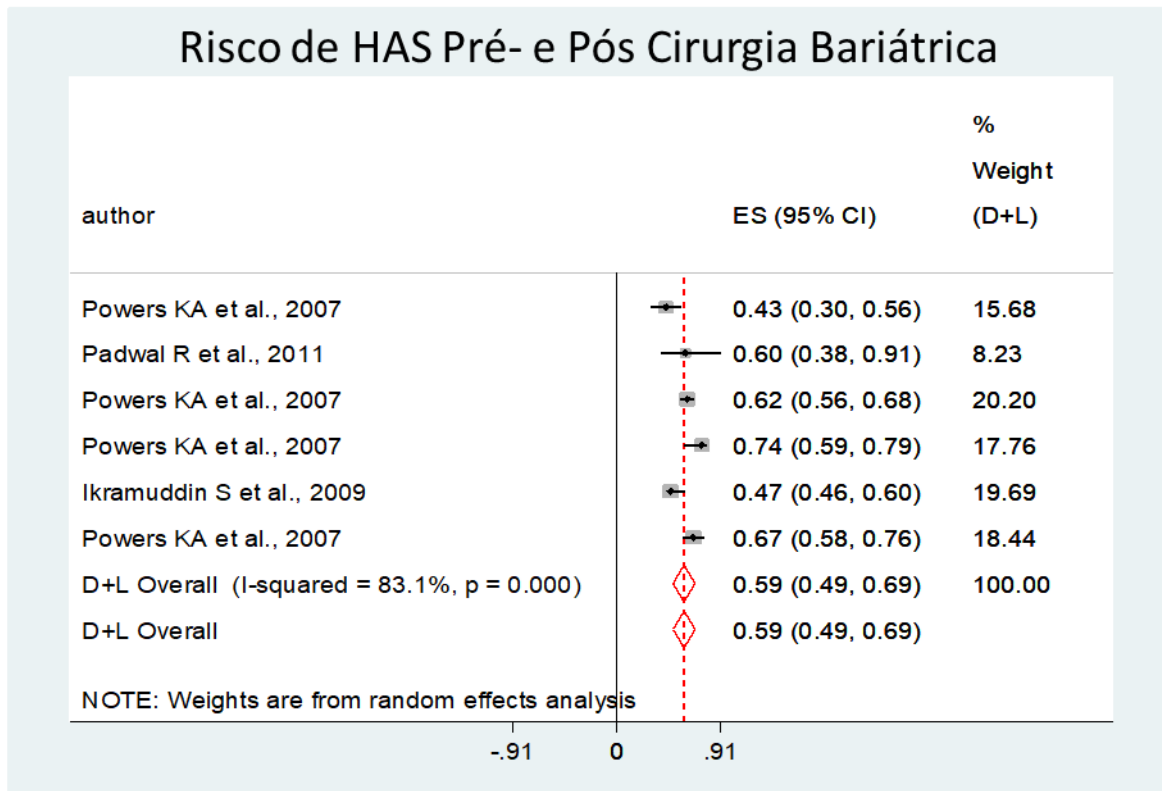


Figura 12. *Forest plot* dos estudos de avaliação da efetividade da cirurgia bariátrica na redução do risco de dislipidemia relacionadas à obesidade.

Fonte: Elaboração própria, a partir de revisão sistemática de literatura. Obs.: DLM = dislipidemia; 95%CI = intervalo de confiança de 95%.

6.1.3.5. Doenças cardiovasculares

A meta-análise dos estudos de avaliação da efetividade da cirurgia bariátrica, em termos de redução do diagnóstico de infarto agudo do miocárdio (IAM) e doenças cardiovasculares, mostrou redução de aproximadamente 55% do risco após a cirurgia bariátrica, em comparação com pacientes obesos sem cirurgia (ES 0,557; IC95% 0.301 - 0.812; $p < 0,001$) (Tabela 14 e Figura 13).

Tabela 14. Meta-análise da avaliação da efetividade da cirurgia bariátrica na redução do risco de IAM e doenças cardiovasculares relacionadas à obesidade.

IAM/Doença cardiovascular	Estimativa do tamanho do efeito ES (IC95%)	P	Teste de Heterogeneidade I² (%)		
Estudos					
Gulliford MC et al., 2017	0,670 (0,540 - 0,830)				
Zhou X et al., 2015	0,370 (0,010 - 1,000)				
Zhou X et al., 2015	1,520 (0,060 - 3,190)				
Zhou X et al., 2015	0,320 (0,010 - 0,640)				
Zhou X et al., 2015	0,330 (0,030 - 0,640)				
Zhou X et al., 2015	0,960 (0,010 - 1,910)	<0,001	93,4		
Zhou X et al., 2015	0,710 (0,540 - 0,940)				
Zhou X et al., 2015	0,660 (0,490 - 0,890)				
Zhou X et al., 2015	0,330 (0,130 - 0,530)				
Zhou X et al., 2015	0,120 (0,090 - 0,170)				
Zhou X et al., 2015	0,670 (0,540 - 0,830)				
Powers KA et al., 2007	0,730 (0,540 - 0,940)				
Total agrupado	0,557 (0,301 - 0,812)			<0,001	93,4

Fonte: Elaboração própria, a partir de revisão sistemática de literatura. Obs.: IAM = infarto agudo do miocárdio; IC95% = intervalo de confiança de 95%.

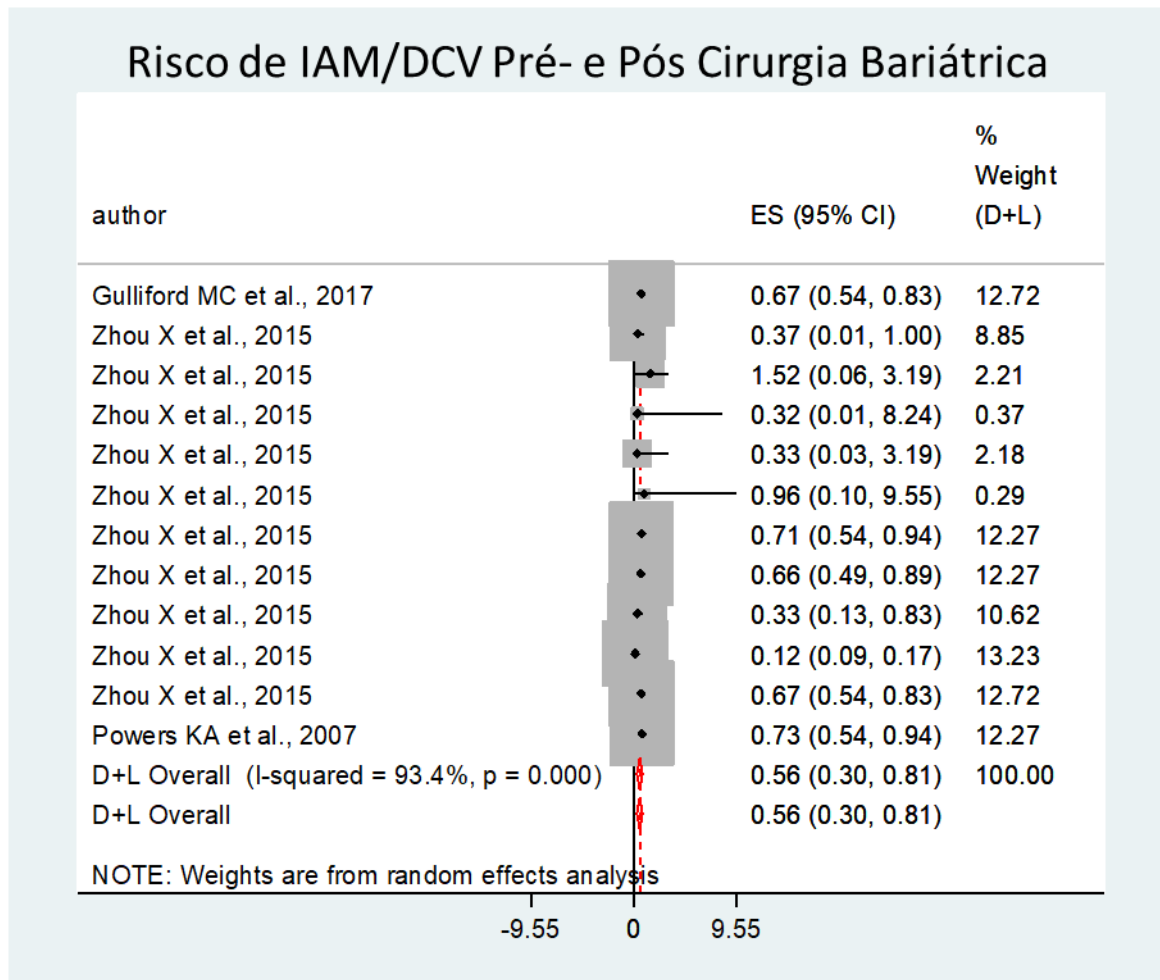


Figura 13. *Forest plot* dos estudos de avaliação da efetividade da cirurgia bariátrica na redução do risco de IAM e doenças cardiovasculares relacionadas à obesidade.

Fonte: Elaboração própria, a partir de revisão sistemática de literatura. Obs.: IAM/DCV = infarto agudo do miocárdio / doenças cardiovasculares; 95%CI = intervalo de confiança de 95%.

6.1.3.6. Risco de câncer

A meta-análise dos estudos de avaliação da efetividade da cirurgia bariátrica, em termos de redução do diagnóstico de câncer, indicou redução de aproximadamente 67% no risco após cirurgia bariátrica, em comparação com pacientes obesos sem cirurgia (ES 0,675; IC95% 0.609 - 0.741; $p < 0,001$) (Tabela 15 e Figura 14).

Tabela 15. Meta-análise da avaliação da efetividade da cirurgia bariátrica na redução do risco de cânceres relacionados à obesidade.

Risco de câncer	Estimativa do tamanho do efeito ES (IC95%)	P	Teste de Heterogeneidade I ² (%)
Estudos			
Gulliford MC et al., 2017	0,580 (0,440 - 0,770)	0,559	0,0
Padwal R et al., 2011	0,670 (0,530 - 0,850)		
Zhou X et al., 2015	0,740 (0,650 - 0,850)		
Zhou X et al., 2015	0,550 (0,350 - 0,850)		
Zhou X et al., 2015	0,660 (0,370 - 1,190)		
Powers KA et al., 2007	0,650 (0,480 - 0,850)		
Total agrupado	0,675 (0,609 - 0,741)		

Fonte: Elaboração própria, a partir de revisão sistemática de literatura. Obs.: IC95% = intervalo de confiança de 95%.

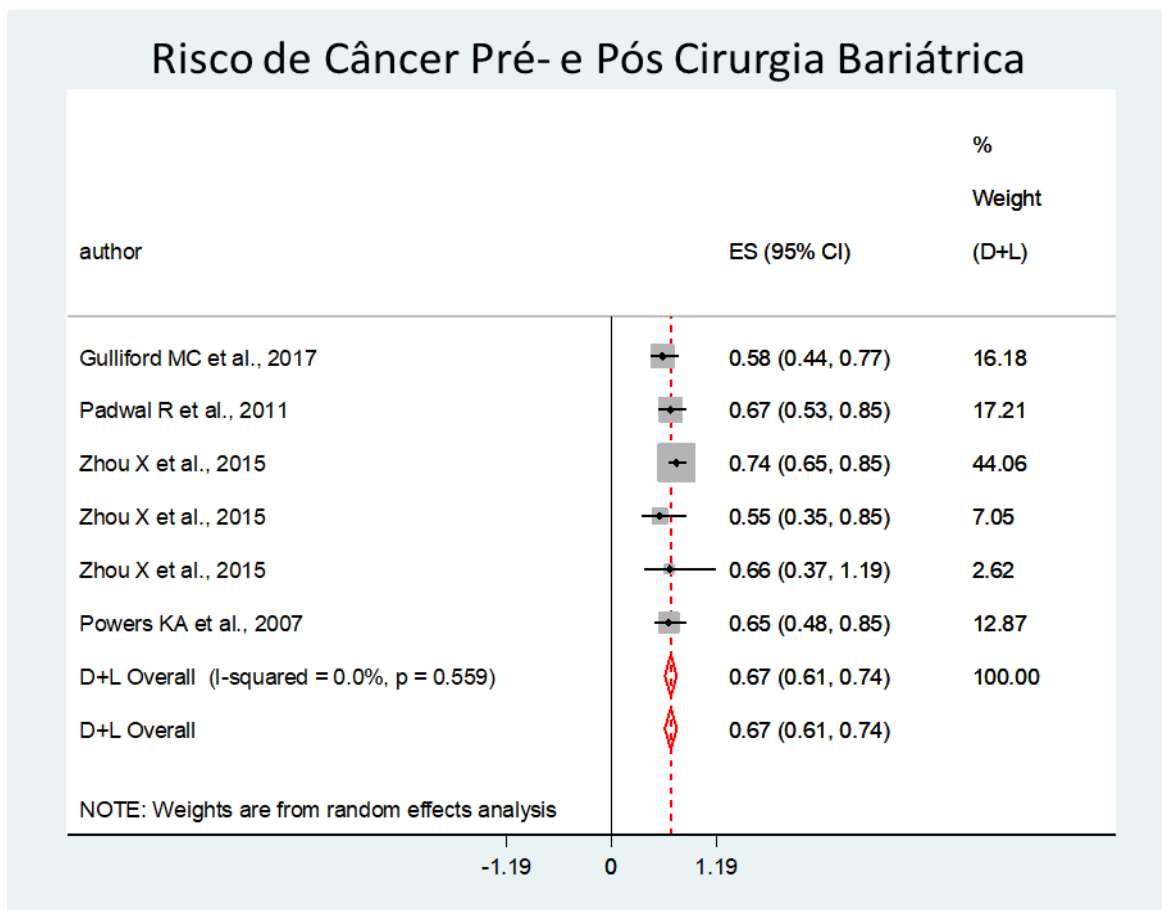


Figura 14. *Forest plot* dos estudos de avaliação da efetividade da cirurgia bariátrica na redução do risco de câncer relacionado à obesidade.

Fonte: Elaboração própria, a partir de revisão sistemática de literatura. Obs.: 95%CI = intervalo de confiança de 95%.

6.1.3.7. Depressão

A meta-análise dos estudos de avaliação da efetividade da cirurgia bariátrica, em termos de redução do diagnóstico de depressão relacionada à obesidade, apontou redução de mais de 80% no risco após a cirurgia bariátrica, em comparação com pacientes obesos sem cirurgia (ES 0,829; IC95% 0.794 - 0.865; $p < 0,001$) (Tabela 16 e Figura 15).

Tabela 16. Meta-análise da avaliação da efetividade da cirurgia bariátrica na redução do risco de depressão relacionada à obesidade.

Risco de depressão	Estimativa do tamanho do efeito ES (IC95%)	P	Teste de Heterogeneidade I ² (%)
Estudos			
Gulliford MC et al., 2017	0,820 (0,780 - 0,870)		
Gulliford MC et al., 2017	0,830 (0,760 - 0,900)	0,647	0,0
Gulliford MC et al., 2017	0,870 (0,780 - 0,970)		
Total agrupado	0,829 (0,794 - 0,865)	<0,001	0,0

Fonte: Elaboração própria, a partir de revisão sistemática de literatura. Obs.: IC95% = intervalo de confiança de 95%.

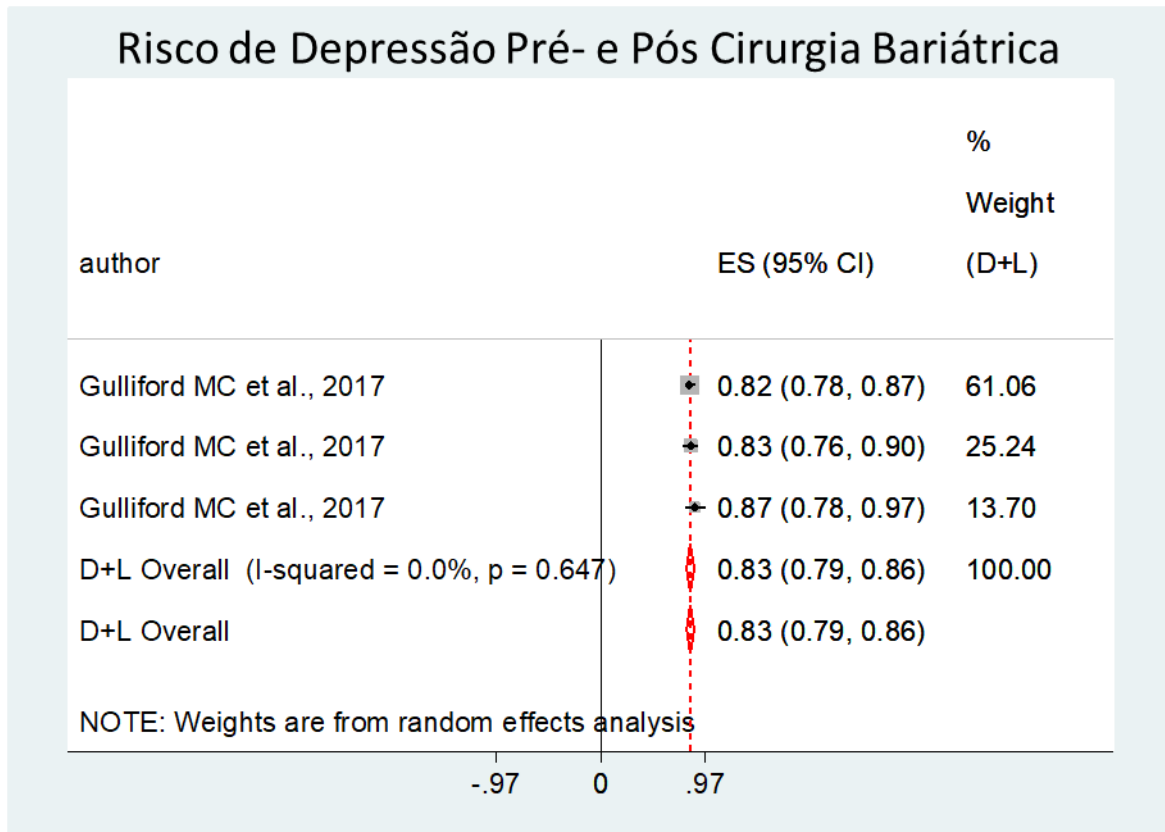


Figura 15. *Forest plot* dos estudos de avaliação da efetividade da cirurgia bariátrica na redução do risco de depressão relacionado à obesidade.

Fonte: Elaboração própria, a partir de revisão sistemática de literatura. Obs.: 95%CI = intervalo de confiança de 95%.

6.1.3.8. Resolução de doenças crônicas

Parte dos artigos incluídos na revisão sistemática de literatura apresentaram a eficácia da cirurgia bariátrica em termos de taxas de resolução das principais doenças relacionadas à obesidade. A perda de peso, em média, situou-se em torno de 16,27 kg e a taxa de resolução da obesidade foi 60,0% nos pacientes avaliados. No caso de morbidades associadas à obesidade, apresentaram maior resolução apneia (85,0%), dislipidemia (67,4%) e diabetes *mellitus* tipo 2 (65,9%) (Tabela 17).

Tabela 17. Taxas de resolução das principais DCNT relacionadas com obesidade e sobrepeso.

Cirurgia	N	Perda de peso		DMT2 (%)	HAS (%)	DLM (%)	APN (%)
		(kg)	(%)				
BGA-Aberta							
Tang Q <i>et al</i> ¹²⁰	80					28,2	
James R <i>et al</i> ¹²⁷	1000			66,7	55,9		
Mäklin S <i>et al</i> ¹²²	1000			47,9	43,2		
Powers KA <i>et al</i> ¹²⁷	4047		60,3	83,7	67,5	73,1	
Picot J <i>et al</i> ⁸⁸	17			71,6	61,7		
Agrupado	6144		60,00	67,48	57,08	50,63	
BGA-Laparoscópica							
Padwal R <i>et al</i> ¹²⁹	102069	16,3		36,1		19,1	
Padwal R <i>et al</i> ¹²⁹	102069	17,6				73,1	
Padwal R <i>et al</i> ¹²⁹	102069	14,9				46,1	
Terranova L <i>et al</i> ¹³⁵	135246			78,1		58,9	
Anselmino M <i>et al</i> ¹²⁶	1000					79,3	
Picot J <i>et al</i> ⁸⁸	17			71,6	61,7		
Agrupado	442470	16,27		61,93	61,73	55,33	
BGYR-Aberta							
Powers KA <i>et al</i> ¹²³	16.944		60,0	83,7	67,5	73,3	
James R <i>et al</i> ¹²⁷	1.000			66,7	55,9		
Mäklin S <i>et al</i> ¹²²	1.000			47,9	43,2		
McEwen LN <i>et al</i> ⁵³	221					100,3	
Agrupado	19.165		60,00	64,93	60,78	61,87	
BGYR-Laparoscópica							
Padwal R <i>et al</i> ¹²⁹	102.069	16,3		36,1		46,1	
Terranova L <i>et al</i> ¹³⁵	135.246			78,1		58,9	
Anselmino M <i>et al</i> ¹²⁶	1.000					79,3	
Klebanoff MJ <i>et al</i> ¹³⁶	228					86,3	
Powers KA <i>et al</i> ¹²³	4.047		60,0	83,7	67,5	73,0	
McEwen LN <i>et al</i> ⁵³	10.000					100,0	
Agrupado	252.590	16,27	60,00	65,94	67,50	66,98	
Sem especificação							
Bairdain S & Samnaliev M ¹³⁴	1.000			70,7	59,1		
Chang SH <i>et al</i> ¹¹⁴	280.315			88,2	67,8		
Craig BM <i>et al</i> ¹¹³	608					73,6	
Ikramuddin S <i>et al</i> ¹¹²	2.223			29,1	30,4		
Gulliford MC <i>et al</i> ¹¹⁶	250.258			76,8	69,0		81,5
Castilla I <i>et al</i> ¹¹⁸	1.000			82,9	79,0		81,5
Karim MA <i>et al</i> ¹¹¹	88			75,9	48,4		
Agrupado	535.492			70,60	58,95	73,60	81,50
Gastrectomia vertical-Aberta							
James R <i>et al</i> ¹²⁷	1.000			66,7	55,9		
Mäklin S <i>et al</i> ¹²²	1000			47,9	43,2		
Agrupado	2000			57,3	49,55		
Gastrectomia vertical-Laparoscópica							
Klebanoff MJ <i>et al</i> ¹³⁶	228					86,3	
Agrupado	228					86,3	
Total agrupado		16,3	60,0	65,9	57,9	67,4	81,5

Fonte: Elaboração própria, a partir de revisão sistemática de literatura. Obs.: BGYR = *Bypass* gástrico em Y-de-Roux; Vertical = Gastrectomia vertical; BGA = Banda gástrica ajustável; DLM = dislipidemia; DMT2 = diabetes *mellitus* tipo 2; HAS = hipertensão arterial sistêmica; IAM/DCV = doença aguda do miocárdio/doença cardiovascular; APN = apneia.

O nível de resolução de morbidades crônicas associadas à obesidade seguiu padrões similares em diferentes tipos de técnicas de cirurgia bariátrica, mantendo-se em torno de 50%

a 80% dos casos avaliados, tendo maior resolutividade para apneia, seguida de dislipidemia, diabetes *mellitus* tipo 2 e hipertensão. Entretanto, as proporções de casos com resolução de doenças crônicas foram diferentes, possivelmente em decorrência de características diferentes entre grupos populacionais avaliados.

6.1.3.9. Desfechos em qualidade de vida

Foram avaliados dados sobre efetividade da cirurgia bariátrica termos de ganho de qualidade de vida entre pacientes submetidos à cirurgia bariátrica, assim como gastos necessários para melhoria de um ponto no score em anos de vida ajustados pela qualidade (QALY). A análise de custo-efetividade do BGYR-A apresentou maior custo por ponto de QALY ($\mu = \text{US\$ } 116,960.74 \pm \text{US\$ } 56,075.37$), seguido pela cirurgia BGA-L ($\mu = \text{US\$ } 18,819.63 \pm \text{US\$ } 4,090.32$) e gastrectomia vertical aberta ($\mu = \text{US\$ } 16,902.09$). Estudos sem especificação do tipo de cirurgia apontaram valor total de US\$ 13,094.43 ($\pm \text{US\$ } 16,250.69$) por ponto de QALY.

Em termos de razão de custo-efetividade incremental (RCEI, ou em inglês *Incremental Cost-Effectiveness Ratio*, ICER), comparando cirurgia bariátrica com tratamento médico tradicional não cirúrgico, obteve-se maior custo incremental por ponto de QALY no caso da gastrectomia vertical via laparoscópica ($\mu = \text{US\$ } 134,106.79 \pm \text{US\$ } 43,437.95$), seguida pelo BGYR-L ($\mu = \text{US\$ } 48,443.99 \pm \text{US\$ } 60,006.04$) e BGYR-A ($\mu = \text{US\$ } 26,929.42 \pm \text{US\$ } 26,801.70$) (Tabela 18).

Tabela 18. Anos de vida ajustados por qualidade (QALY) e razão custo-efetividade incremental (ICER) da cirurgia bariátrica (US\$).

Cirurgia	Pacientes	QALY ($\mu \pm DP$)	RICE ($\mu \pm DP$)
BGYR-Laparoscópica	6.896.450	116,960.74 \pm 56,075.37	48,443.99 \pm 60,006,04
BGA-Laparoscópica	1.944.797	18,819.63 \pm 4,090.32	11,276.91 \pm 19,522,40
Gastrectomia vertical-Aberta	22.494	(16,902.09)	(4,715.32)
Sem especificação	820.713	13,094.43 \pm 16,250.69	13,381.01 \pm 11,439,67
BGYR-Aberta	5.831.558	9,620.84 \pm 5,172.88	26,929.42 \pm 26,801,70
BGA-Aberta	31.885	(2,933.86)	12,237.78 \pm 10,638,36
Gastrectomia vertical-Laparoscópica	800	-	134,106.79 \pm 43,437,95

Fonte: Elaboração própria, a partir de revisão sistemática de literatura. Obs.: Parênteses = valores médios; μ = média; DP = desvio padrão; IC95% = intervalo de confiança de 95%; BGYR = *Bypass* gástrico em Y-de-Roux; BGA = Banda gástrica ajustável. Valores em dólares de 2021.

6.1.4. Discussão

O presente estudo de revisão sistemática e meta-análise avaliou os custos e a eficácia da cirurgia bariátrica no tratamento de doenças crônicas relacionadas à obesidade em comparação com tratamento tradicional não cirúrgico para população com obesidade. Verificou-se que estudos no tema realizaram avaliações econômicas restritas a alguns custos associados à cirurgia bariátrica. Revisões anteriores apresentaram resultados similares, sendo que, em geral, os estudos concentram-se em análise de custos da cirurgia ou parte dos custos de tratamento em saúde após a cirurgia, assim como uso de medicamentos e gastos com medicamentos dos pacientes em comparação com indivíduos obesos sem cirurgia bariátrica.

O presente estudo constituiu a primeira revisão sistemática sobre taxa de resolução da obesidade ou eficácia da cirurgia bariátrica em termos de redução do risco relativo das principais doenças crônicas relacionadas à obesidade, em curto, médio e longo prazo, assim como em termos de mudanças de produtividade e qualidade de vida.

Foram avaliados dados de 6 milhões de pacientes em 50 estudos agrupados na meta-análise, comparando custos e desfechos em saúde, a partir de evidências classificadas como alta qualidade. Os resultados da revisão sistemática apontaram custos da cirurgia bariátrica entre US\$ 15,000 a US\$ 31,500, enquanto custos do tratamento tradicional situam-se em torno de

US\$ 40,000. Os custos com medicamentos em geral e medicamentos para tratamento do DMT2, em particular, alcançam US\$ 34,000, internações custam US\$ 27,000 e consultas ambulatoriais US\$ 7,000 no horizonte temporal de 2 a 10 anos.

O custo médio em saúde após cirurgia bariátrica foi de 4,5 mil dólares, cerca de 10% do custo anual para tratamento tradicional da obesidade. Os custos para tratamento da DMT2 após cirurgia bariátrica apresentaram redução para US\$ 11,000 e, no caso de doenças cardiovasculares (incluindo IAM), em torno de US\$ 7,100, ou seja, menos da metade dos custos de tratamento antes da cirurgia bariátrica.

Na meta-análise de dados de efetividade da cirurgia bariátrica, identificou-se que qualquer tipo de cirurgia bariátrica teve efeito de redução do risco das principais doenças crônicas não transmissíveis relacionadas à obesidade. No caso da diabetes, os resultados mostraram redução do risco relativo superior a 80% (RR 0,18; IC95% 0,07 - 0,45; $p < 0,001$). Doenças cardiovasculares (RR 0,12; IC95% 0,09 - 0,17; $p < 0,001$), hipertensão arterial sistêmica (RR 0,43 IC95% 0,30 - 0,56; $p < 0,001$) e mortalidade total também apresentaram redução do risco relativo, sendo que, no caso da mortalidade, o RR variou entre 0,18 (IC95% 0,10 - 0,85; $p < 0,001$) e 0,71 (IC95% 0,22 - 0,92; $p < 0,001$). A redução do risco para câncer, hipertensão, dislipidemias e doenças cardiovasculares correlacionou-se à redução do risco de mortalidade em cerca de 50% (RR 0,505; IC95% 0,345 - 0,665; $p < 0,001$).

Simultaneamente, um artigo recente apontou efetividade da cirurgia bariátrica na redução da depressão em cerca de 20% (RR 0,829; IC95% 0,794 - 0,865, $p < 0,001$). Alguns estudos correlacionaram depressão com absenteísmo, baixa renda e baixo nível de autoestima. Em comparação com indivíduos com peso normal, indivíduos com obesidade apresentaram maiores perdas de produtividade em termos de absenteísmo (perda de dias de trabalho) e presenteísmo (menor rendimento no trabalho), resultando em maiores custos indiretos da

obesidade. Consequentemente, a cirurgia bariátrica poderia melhorar consideravelmente a produtividade dos trabalhadores atualmente diagnosticados com obesidade.²¹³

Em termos de utilização de medicamentos, a meta-análise indicou redução estatisticamente significativa do uso de medicamentos em geral, uso de medicamentos para hipertensão, dislipidemia, doenças cardiovasculares, DMT2, câncer e depressão, assim como custo total com medicamentos após realização da cirurgia bariátrica. O número de medicamentos utilizados apresentou diminuição em cerca de 6 vezes (RR 0,16; IC95% 0,005 - 0,314, $p < 0,001$), paralelamente à diminuição do custo total em 35% (RR 0,652; IC95% 0,462 - 0,841, $p < 0,001$).

6.1.5. Conclusão

Os resultados da presente revisão sistemática e meta-análise apontaram efetividade da cirurgia bariátrica na redução de custos e do risco para principais doenças crônicas relacionadas à obesidade em curto, médio e longo prazo, diminuindo também risco de mortalidade e depressão, em comparação do tratamento tradicional para indivíduos obesos.

6.2. Resultados de custo e efetividade da cirurgia bariátrica

6.2.1. Caracterização da amostra

Foram incluídos no presente estudo 318 pacientes que realizaram a cirurgia bariátrica durante os anos de 2017 e 2018 (267 mulheres - 83,9% e 51 homens - 16,1%), que tiveram dados completos coletados e acompanhados durante 240 meses pré-cirurgia bariátrica e 24 meses após cirurgia.

A média de idade dos pacientes foi 47,1 anos ($\pm 12,6$), peso médio de 125,53 Kg ($\pm 18,58$) e IMC médio de 47,36 Kg/m² ($\pm 4,22$). Foram realizadas 283 cirurgias bariátricas de acesso aberto (via laparotômica) e 38 cirurgias via laparoscópica, além de 84 procedimentos cirúrgicos pré-cirurgia bariátrica e 78 procedimentos cirúrgicos após cirurgia bariátrica.

Durante os períodos pré- e pós-cirurgia bariátrica, 144 pacientes necessitaram de internações para procedimentos auxiliares ou corretivos associados à cirurgia bariátrica ou às DCNT relacionadas com obesidade, realizadas no ICHC-FMUSP, além de 18 cirurgias no Hospital Auxiliar de Suzano (Suzano), perfazendo 162 pacientes com procedimentos cirúrgicos adicionais. Foram realizadas 321 cirurgias bariátricas nos 318 pacientes, sendo que três pacientes realizaram dois procedimentos (Tabela 19).

Tabela 19. Dados clínico-demográficos dos pacientes participantes do estudo na linha de base. São Paulo, 2017-2018.

Dados iniciais		$\mu \pm DP$	Mediana (Q1-Q3)	
Idade		47,1 \pm 12,6	45,9 (36,8-57,4)	
Peso (Kg)		125,53 \pm 18,58	123,97 (115,04-132,90)	
IMC (Kg/m ²)		47,36 \pm 4,22	118 (106,0-125,5)	
Pressão arterial sistólica (mmHg)		132,0 \pm 15,2	145,5 (138,1-149,8)	
Procedimento	Modalidade	Número de pacientes	%	
Tipo de cirurgia	Pré	84	51,85%	
	Pós	78	48,15%	
	Laparotômica	283	58,96%	
	Laparoscópica	38	7,29%	
Procedimento	Modalidade	Número de procedimentos	%	
Tipo de procedimento	Pré- Pós-	Cirurgia Geral	144	88,16%
		Procedimentos Suzano	18	11,83%
	Cirurgias bariátricas	Gastrectomia vertical	24	7,47%
		BGA	34	10,59%
		BGYR	263	81,93%

Fonte: Elaboração própria. Obs.: DP = desvio padrão.

Foram realizados 186 procedimentos cirúrgicos com internações nos períodos pré- e pós-cirurgia bariátrica, sendo 144 no ICHC-FMUSP e 18 no Hospital Geral de Suzano, sendo 87 foram procedimentos pré-cirurgia bariátrica e 99 pós-cirurgia bariátrica. Em termos de dias em internação para procedimentos pré-cirurgia bariátrica, foram 21,2 dias (\pm 25,5) e 85,8 dias (\pm 54,5) no HC-FMUSP e Hospital Geral de Suzano, respectivamente. No período pós-cirurgia bariátrica, foram 26,4 (\pm 38,8) dias em internação no HC-FMUSP (Tabela 20).

Tabela 20. Dias em internação pré- e pós-cirurgia bariátrica (enfermaria ou UTI), segundo tipo de procedimento e modalidade cirúrgica. São Paulo, 2017-2018.

	Tipo	ICHC	Suzano	P
		$\mu \pm DP$ / Med (Q1-Q3)	$\mu \pm DP$ / Med (Q1-Q3)	
n		144	18	
Total	Pré	21,2 \pm 25,5 / 14 (4-29)	85,8 \pm 54,5 / 75 (34-147)	0,001
	Pós	26,4 \pm 38,8 / 10,5 (5-34)	-	-
Enfermaria	Pré	18,9 \pm 21,8 / 11,5 (4-27)	85,8 \pm 54,5 / 75 (34-147)	0,001
	Pós	22,2 \pm 32,6 / 8,5 (5-29)	-	-
UTI	Pré	4,7 \pm 5,1 / 3 (2-5)	-	-
	Pós	7,0 \pm 7,2 / 3,5 (2-11)	-	-

Fonte: Elaboração própria. Obs.: μ = média; DP = desvio padrão. Teste de Kruskal-Wallis / Tukey.

Durante o período do estudo, foram realizadas 321 cirurgias bariátricas no ICHC-FMUSP. O número total em dias em internação nas cirurgias realizadas por via aberta (laparotômica) foi de 17,7 dias ($\pm 7,7$), 14,7 dias ($\pm 8,9$) e 23,8 dias ($\pm 29,5$) nos procedimentos gastrectomia vertical, BGA e BGYR, respectivamente ($p = 0,0099$). O número total de dias em internação nas cirurgias realizadas por via laparoscópica foi de 8,0 dias ($\pm 1,0$), 7,0 dias ($\pm 0,9$) e 19,6 dias ($\pm 16,6$) nos procedimentos gastrectomia vertical, BGA e BGYR, respectivamente ($p = 0,004$). (Tabela 21).

Tabela 21. Dias em internação para cirurgia bariátrica (enfermaria ou UTI), segundo tipo de procedimento e modalidade cirúrgica. São Paulo, 2017-2018.

n	Tipo	Gastrectomia vertical	BGA	BGYR	P
		$\mu \pm DP / \text{Med (Q1-Q3)}$	$\mu \pm DP / \text{Med (Q1-Q3)}$	$\mu \pm DP / \text{Med (Q1-Q3)}$	
		24	34	263	
Total	Aberta	17,7 \pm 7,7 / 25 (12-37)	14,7 \pm 8,9 / 12(9-19)	23,8 \pm 29,5 / 15 (10-27)	0,0099
	VLP	8,0 \pm 1,0 / 8 (8-8)	7,0 \pm 0,9 / 7(7-7)	19,6 \pm 16,6 / 14 (11-18)	0,004
Enfermaria	Aberta	11,4 \pm 6,9 / 21 (9-31)	14,7 \pm 8,9 / 12(9-19)	19,5 \pm 26,6 / 11 (8-23)	0,1553
	VLP	6,0 \pm 0,0 / 6 (6-6)	7,0 \pm 0,0 / 7(7-7)	15,3 \pm 13,2 / 10 (9-13)	0,001
UTI	Aberta	6,3 \pm 5,8 / 4 (3-6)	3,0 \pm 1,5 / 3(2-4)	4,3 \pm 3,4 / 4 (2-4)	0,0065
	VLP	2,0 \pm 0,0 / 2 (2-2)	-	4,7 \pm 3,6 / 4 (2-5)	0,1509

Fonte: Elaboração própria. Obs.: μ = média; DP = desvio padrão. Teste de Kruskal-Wallis / Tukey.

6.2.1.1. Custos pré- e pós-cirurgia bariátrica

Foram avaliados custos totais de procedimentos, atendimentos e recursos ambulatoriais utilizados pelos pacientes, considerando-se período de acompanhamento de 20 anos antes da cirurgia bariátrica e 24 meses após cirurgia bariátrica (Tabela 22).

O custo total antes da cirurgia bariátrica foi US\$ 7,915.35 ($\pm 15,426.70$) e o custo total após cirurgia bariátrica foi US\$ 7,347.97 ($\pm 23,105.05$) ($p = 0,326$). Os custos totais em internações nos períodos pré- e pós-cirurgia bariátrica foram US\$ 13,621.44 ($\pm 12,642.06$) e US\$ 31,353.42 \pm 41,940.84 ($p < 0,001$).

Tabela 22. Custos pré- e pós-cirurgia bariátrica (US\$). São Paulo, 2017-2018.

Recurso utilizado	Pré-cirurgia	Pós-cirurgia	P
	$\mu \pm DP$ Med (Q1-Q3)	$\mu \pm DP$ Med (Q1-Q3)	
Medicamentos (em internação)	1,447.74 \pm 1,635.70 915.17 (215.52-2,045.49)	529.31 \pm 850.44 197.13 (115.88-653.83)	<0,001
Exames laboratoriais em ambulatório	858.85 \pm 912.62 483.91 (190.29 1,355.60)	253.37 \pm 191.44 212.80 (100.09-387.79)	<0,001
Exames laboratoriais em internação	200.43 \pm 127.80 253.50 (112.44-303.61)	800.28 \pm 596.86 1,265.61 (134.60-1,265.61)	<0,001
Exames de imagem em ambulatório	722.94 \pm 545.79 643.90 (346.63-974.83)	244.86 \pm 241.42 148.12 (104.85-252.97)	<0,001
Exames de imagem em internação	332.32 \pm 228.80 265.00 (174.34-442.01)	316.15 \pm 291.68 258.94 (154.44-268.94)	0,006
Diárias em internação	13,621.44 \pm 12,642.06 8,928,13 (1,786.55-31,171.29)	31,353.42 \pm 41,940.84 6,670.29 (4,140,29-99,383.91)	<0,001
Consultas ambulatoriais	449.30 \pm 599.21 214.13 (95.79-524.05)	111.19 \pm 129.46 56.35 (28.17-129.60)	<0,001
Custo Total	7,915.35 \pm 15,426.70 2,304,00 (1,255.90-4,902.09)	7,347.97 \pm 23,105.05 603.28 (265.67-2,589.77)	0,326

Fonte: Elaboração própria. Obs.: μ = média; DP = desvio padrão. Teste de Kruskal-Wallis / Tukey.

Considerando somente pacientes que necessitaram de internações nos períodos pré- e pós-cirurgia bariátrica, 144 pacientes necessitaram de internações no HC-FMUSP, sendo, 186 internações (87 internações pré- e 99 internações pós-cirurgia bariátrica) e 18 pacientes necessitaram de internações no Hospital Regional de Suzano (49 internações no total).

O custo total entre pacientes que necessitaram de procedimentos no HC-FMUSP antes da cirurgia bariátrica foi US\$ 12,026.51 (\pm 19,764.77) e entre pacientes que realizaram procedimentos no Hospital Geral de Suzano foi US\$ 15,370.48 (\pm 32,428.80) ($p=0,184$). Os custos totais de procedimentos, atendimentos e uso de recursos ambulatoriais realizados após cirurgia bariátrica no HC-FMUSP foram US\$ 15,370.48 (\pm 32,428.80) (Tabela 23).

Tabela 23. Custos pré- e pós-cirurgia bariátrica de pacientes com necessidade de procedimentos cirúrgicos relacionados à obesidade atendidos no ICHC-FMUSP e Hospital Geral de Suzano (US\$). São Paulo, 2017-2018.

Recurso utilizado	Pré-cirurgia	Pós-cirurgia	P	
	$\mu \pm DP / \text{Med (Q1-Q3)}$	$\mu \pm DP / \text{Med (Q1-Q3)}$		
	N=87	N=99		
ICHC	Medicamentos	1,376.49 \pm 1,511.16 / 931.79 (241.53-2,09.,48)	639.39 \pm 953.37 / 492.24 (116.85-653.83)	0,001
	Exames laboratoriais em ambulatório	868.28 \pm 911.69 / 472.80 (129,76-1,355.60)	232.98 \pm 177.28 / 201.28 (75.53-431.84)	0,001
	Exames laboratoriais em internação	224.22 \pm 92.35 / 253.50 (253.50-303.61)	864.92 \pm 590.76 / 1,265.61 (134.60-1,265.61)	0,001
	Exames de imagem em ambulatório	714.30 \pm 497.43 / 643.90 (346.96-939.44)	215.79 \pm 156.38 / 264.30 (124.55-410.06)	0,001
	Exames de imagem em internação	314.92 \pm 215.03 / 176.67 (174.33-441.68)	323.48 \pm 313.96 / 249.66 (177.47-268.94)	0,077
	Diárias em internação	14,753.11 \pm 12,931.23 / 8,928.13 (2,584.25-31,171.29)	32,611.86 \pm 42,635.09 / 6,670.29 (4,426.69-99,383.91)	0,002
	Consultas ambulatoriais	497.17 \pm 682.11 / 219.76 (73.25-191.59)	138.05 \pm 150.00 / 56.35 (19.72-253.57)	0,001
	Custo Total	12,026.51 \pm 19,764.77 / 3,553.44 (1,876.36-7,946.07)	15,370.48 \pm 32,428.80 / 2,589.77 (423,09-7,137.79)	0,184
Recurso utilizado	Pré-cirurgia	Pós-cirurgia		
	$\mu \pm DP / \text{Med (Q1-Q3)}$	$\mu \pm DP / \text{Med (Q1-Q3)}$		
	N=49	-		
Hospital de Suzano	Medicamentos	639.39 \pm 953.37 / 492.24 (116.85-653.83)		
	Exames laboratoriais em ambulatório	232.98 \pm 177.28 / 201.28 (75.53-431.84)		
	Exames laboratoriais em internação	864.92 \pm 590.76 / 1,265.61 (134.60-1,265.61)		
	Exames de imagem em ambulatório	215.79 \pm 156.38 / 264.30 (124.55-410.06)		
	Exames de imagem em internação	323.48 \pm 313.96 / 249.66 (177.47-268.94)		
	Diárias em internação	32,611.86 \pm 42,635,09 / 6,670,29 (4,426,69-99,383,91)		
	Consultas ambulatoriais	138.05 \pm 150.00 / 56.35 (19.72-253.57)		
Custo Total	15,370.48 \pm 32,428.80 / 2,589.77 (423.09-7,137.79)			

Fonte: Elaboração própria. Obs.: μ = média; DP = desvio padrão. Teste de Kruskal-Wallis / Tukey.

6.2.1.2. Custo da cirurgia bariátrica

Foram avaliados também custos totais da cirurgia bariátrica dos 318 pacientes, segundo por tipo de cirurgia e modalidade (cirurgia laparoscópica - VLP - ou laparotômica - cirurgia aberta) e recurso utilizado. Foram 321 cirurgias, pois 3 pacientes passaram por reoperação.

O custo total dos procedimentos realizados por via aberta (laparotômica) foi de US\$ 15,806.01 ($\pm 17,167.89$), US\$ 8,477.10 ($\pm 3,929.73$) e US\$ 10,054.58 ($\pm 7,834.89$) nas cirurgias gastrectomia vertical, BGA e BGYR, respectivamente ($p=0,0195$ entre gastrectomia vertical e BGA).

O custo total dos procedimentos realizados por via laparoscópica foi de US\$ 5,589.11 ($\pm 0,00$), US\$ 4,759.14 ($\pm 0,00$) e US\$ 7,027.38 $\pm 7,719.15$ nas cirurgias gastrectomia vertical, BGA e BGYR, respectivamente ($p=0,093$) (Tabela 24).

Tabela 24. Custos totais da cirurgia bariátrica, segundo tipo de procedimento e modalidade cirúrgica. São Paulo, 2017-2018.

Recurso utilizado	Gastrectomia vertical		BGA		BGYR		P
	$\mu \pm DP / \text{Med (Q1-Q3)}$		$\mu \pm DP / \text{Med (Q1-Q3)}$		$\mu \pm DP / \text{Med (Q1-Q3)}$		
	N=21		N=31		N=231		
Cirurgia aberta	Medicamentos	1,043.10 \pm 952.62 / 539.91 (283.05-2,375.93)	806.38 \pm 1,221.09 / 200.48 (138.47-665.07)	479.49 \pm 1,015.09 / 337.82 (132.67-881.56)			0,007*
	Exames laboratoriais	1,514.73 \pm 911.18 / 2,122.18 (299.82-2,122.18)	132.16 \pm 29.11 / 142.31 (101.66-158.66)	333.38 \pm 410.83 / 216.87 (113.14-409.55)			0,001#
	Exames de imagem	558.27 \pm 395.33 / 439.33 (219.50-926.23)	403.17 \pm 169.67 / 358.26 (295.24-509.64)	520.63 \pm 453.10 / 377.35 (181.06-694.55)			0,579
	Diária em internação†	13,861.88 \pm 16,678.55 / 8,146.72 (6,171.33-10,672.78)	7,284.31 \pm 2,879.65 / 6,646.55 (5,620.67-9,267.84)	9,244.69 \pm 7,039.67 / 7,747.87 (5,392.49-10,406.88)			0,051
	Custo total	15,806.01 \pm 17,167.89 / 9,836.98 (7,441.85-13,096.28)	8,477.10 \pm 3,929.73 / 7,258.54 (6,081.52-9,922.22)	10,054.58 \pm 7,834.89 / 8,575.94 (6,144.26-12,032.01)			0,019#
Recurso utilizado	Gastrectomia vertical		BGA		BGYR		P
	$\mu \pm DP / \text{Med (Q1-Q3)}$		$\mu \pm DP / \text{Med (Q1-Q3)}$		$\mu \pm DP / \text{Med (Q1-Q3)}$		
	N=3		N=3		N=29		
Cirurgia VLP	Medicamentos	176.25 \pm 0.00 / 176.25 (176.25-176.25)	149.52 \pm 0.00 / 149.52 (149.52-149.52)	583.44 \pm 839.66 / 258.45 (171.73-485.26)			0,079
	Exames laboratoriais	113.14 \pm 0.00 / 113.14 (113.14-113.14)	36.09 \pm 0.00 / 36.09 (36.09-36.09)	759.85 \pm 803.49 / 283.25 (275.00-1,607.17)			0,009^s
	Exames de imagem	439.01 \pm 0.00 / 439.01 (439.01-439.01)	472.81 \pm 0.00 / 472.81 (472.81-472.81)	705.39 \pm 643.72 / 457.95 (394.48-552.83)			0,771
	Diária em internação†	4,860.69 \pm 0.00 / 4,860.69 (4,860.69-4,860.69)	4,100.72 \pm 0.00 / 4,100.72 (4,100.72-4,100.72)	8,495.18 \pm 5,294.07 / 6,950.18 (5,658.39-8,260.81)			0,004^s
	Custo total	5,589.11 \pm 0.00 / 5,589.11 (5,589.11-5,589.11)	4,759.14 \pm 0.00 / 4,759.14 (4,759.14-4,759.14)	7,027.38 \pm 7,719.15 / 6,083.29 (4,850.26-8,204.90)			0,093

Fonte: Elaboração própria.

Obs.: (†) Inclusive materiais e centro cirúrgico; μ = média; DP = desvio padrão. Teste de Kruskal-Wallis / Tukey. * Valor de p significativo entre cirurgias gastrectomia vertical e BGYR; #Valor de p significativo entre as cirurgias gastrectomia vertical e BGA; ^sValor de p significativo entre as cirurgias BGA e BGYR.

6.2.2. Efetividade da cirurgia bariátrica

Foram avaliados resultados dos principais exames clínico-laboratoriais como medida da efetividade da cirurgia bariátrica na prevenção de doenças crônicas não transmissíveis relacionadas à obesidade.

Os resultados da comparação entre dados pré- e pós-cirúrgicos apontaram melhoria significativa dos valores de exames laboratoriais e dados de peso, IMC e pressão arterial sistólica (Tabela 25).

Tabela 25. Resultados dos exames laboratoriais e dados clínicos relacionados à obesidade. São Paulo, 2017-2018.

Recurso avaliado	Pré-cirurgia		Internação		Pós-cirurgia		P*
	$\mu \pm DP$	Med (Q1-Q3)	$\mu \pm DP$	Med (Q1-Q3)	$\mu \pm DP$	Med (Q1-Q3)	
VLDL (mg/dL)	24.22 \pm 9.91	19 (19-28)	25.68 \pm 10.56	23 (17-32)	22.53 \pm 8.59	20 (16-26)	<0,001
Triglicerídeos (mg/dL)	140.06 \pm 94.62	99 (96-157)	151.01 \pm 97.77	109 (83-184)	102.15 \pm 46.00	101 (75-111)	<0,001
LDL (mg/dL)	109.70 \pm 30.03	105 (97-119)	105.45 \pm 36.52	105 (71-126.5)	86.85 \pm 27.88	81 (78-103)	<0,001
Insulina total (mU/L)	17.21 \pm 12.65	12.7 (8.5-23,1)	14.66 \pm 10.96	12.3 (8.7-16.3)	8.07 \pm 5.48	5.9 (5.1-9.0)	<0,001
Hemoglobina glicada (mg/dL)	146.47 \pm 37.94	140 (140-140)	131.89 \pm 63.34	111 (98.5-128)	106.74 \pm 20.48	105 (94-108)	<0,001
HDL (mg/dL)	56.11 \pm 14.76	57 (44-68)	45.36 \pm 11.36	43.5 (38-51)	61.57 \pm 16.19	63 (50-71.75)	<0,001
Glicemia de jejum (mg/dL)	108.02 \pm 42.17	100 (90-104)	130.46 \pm 78.08	99 (83-140)	90.03 \pm 15.15	89 (83-90)	<0,001
Colesterol total (mg/dL)	181.37 \pm 38.94	164 (159-201)	176.33 \pm 41.71	178,5 (141-198)	167.93 \pm 34.14	165 (150-187)	<0,001
Peso (Kg)	125.53 \pm 18.58	124,4 (111,9-133,2)	124.21 \pm 23.87	119,1 (106,2-133,2)	102.06 \pm 23.96	99,2 (81,9-115,40)	<0,001
IMC (Kg/m²)	47.36 \pm 4.22	47,9 (44,28-49,20)	46.84 \pm 3.21	47,2 (44,28-48,92)	38.60 \pm 7.16	37,49 (32,86-46,13)	<0,001
PAS (mmHg)	132.00 \pm 16.57	130 (120-145)	123.33 \pm 16.57	119 (115-128)	126.54 \pm 17.41	124 (115-133)	0,002

Fonte: Elaboração própria. Obs.: μ = média; DP = desvio padrão. Teste de Kruskal-Wallis / Tukey. Obs.: p significativos na comparação entre dados pré- e pós-cirurgia bariátrica.

6.2.2.1. Efeitos da cirurgia bariátrica em exames clínico-laboratoriais

A análise por modelos de estimação generalizados apontou valores incrementais (positivos ou negativos) dos principais exames clínico-laboratoriais relacionados às doenças crônicas não transmissíveis relacionadas com obesidade, ajustados por idade e sexo. Alguns dados são semelhantes aos valores médios de cada período avaliado (período inicial pré-cirurgia, internação e pós-internação), porém, a maioria dos valores apresentou diferenças em relação aos valores estimados, intervalos de confiança e pela tendência da linha de regressão estabelecidos pelo conjunto de pacientes.

Entre períodos pré- e pós-cirurgia bariátrica, houve redução nos valores dos exames de VLDL, triglicerídeos, LDL, insulina total, hemoglobina glicada, glicemia em jejum, colesterol total e nos valores de peso, IMC e PAS e aumento nos valores de HDL no mesmo período. Os exames de LDL, insulina total, hemoglobina glicada, HDL e colesterol total tiveram diminuição no período de internação em comparação com valores pré-cirurgia bariátrica (Tabela 26).

Tabela 26. Valores e diferenças incrementais de exames laboratoriais e dados clínicos relacionados à obesidade. São Paulo, 2017-2018.

Exames / Dados avaliados	Período	Coeficiente	IC 95%	P
			Máx - Mín	
VLDL (mg/dL)	Pré-cirurgia	24,22	24,15 - 24,29	-
	Internação	1,45	0,34 - 2,53	0,008
	Pós-cirurgia	-1,69	-1,92 - -1,45	<0,001
Triglicerídeos (mg/dL)	Pré-cirurgia	140,05	139,39 - 140,73	-
	Internação	10,96	0,99 - 20,99	0,032
	Pós-cirurgia	-37,90	-40,05 - -35,71	<0,001
LDL (mg/dL)	Pré-cirurgia	109,70	109,48 - 109,92	-
	Internação	-4,25	-7,54 - -0,96	0,011
	Pós-cirurgia	-22,85	-23,56 - -22,15	<0,001
Insulina total (mU/L)	Pré-cirurgia	17,21	17,12 - 17,30	-
	Internação	-2,54	-3,88 - -1,21	<0,001
	Pós-cirurgia	-9,14	9,42 - -8,85	<0,001
Hemoglobina glicada (mg/dL)	Pré-cirurgia	146,47	146,20 - 146,74	-
	Internação	-14,57	-18,62 - -10,52	<0,001
	Pós-cirurgia	-39,73	-40,60 - -38,86	<0,001
HDL (mg/dL)	Pré-cirurgia	56,11	56,00 - 56,22	-
	Internação	-10,75	-12,39 - -9,11	<0,001
	Pós-cirurgia	5,45	5,10 - 5,80	<0,001
Glicemia de jejum (mg/dL)	Pré-cirurgia	108,02	107,72 - 108,32	-
	Internação	22,44	17,97 - 26,90	<0,001
	Pós-cirurgia	-17,98	-18,94 - -17,02	<0,001
Colesterol total (mg/dL)	Pré-cirurgia	181,37	181,08 - 181,65	-
	Internação	-5,03	-9,27 - -0,79	<0,001
	Pós-cirurgia	-13,44	-14,35 - -12,53	<0,001
Peso (Kg)	Pré-cirurgia	159,15	147,79 - 170,52	-
	Internação	-13,05	-29,48 - 13,37	0,119
	Pós-cirurgia	-0,06	-0,08 - -0,037	<0,001
IMC (Kg/m ²)	Pré-cirurgia	53,65	50,96 - 56,35	-
	Internação	-4,75	-8,33 - -1,16	0,009
	Pós-cirurgia	-0,021	-0,027 - -0,015	<0,001
PAS (mm/Hg)	Pré-cirurgia	133,27	130,93 - 135,61	-
	Internação	0,433	-3,34 - 4,21	0,822
	Pós-cirurgia	-0,006	-0,014 - 0,002	0,136

Fonte: Elaboração própria. Obs.: IC 95%= intervalo de confiança de 95%. GEE test. Obs.: 20 anos pré- e 24 meses pós-cirurgia.

6.2.2.2. Efeitos da cirurgia bariátrica nos custos associados ao uso de recursos

Observou-se aumento dos custos totais, custos em consultas e exames laboratoriais e de imagem no período de internação para cirurgia bariátrica e redução dos custos com medicamentos no período de internação em comparação ao período pré-cirurgia. Na comparação entre período pós-cirurgia e internação para cirurgia bariátrica,

houve aumento dos custos totais, custos em consultas, exames laboratoriais e de imagem, assim como redução no custo total e de medicamentos em internação.

Por fim, a comparação entre períodos pós- e pré-cirurgia bariátrica, observou-se aumento dos custos totais, custos em consultas, exames laboratoriais e de imagem, assim como redução dos custos com internações e medicamentos em internação (Tabela 27).

Tabela 27. Valores e diferenças incrementais dos custos relacionados com obesidade e sobrepeso (US\$). São Paulo, 2017-2018.

Custo (US\$)	Período	Coeficiente	IC95%		P
			Máx	Min	
Custo total	Pré-cirurgia	120.85	86.15	155.55	-
	Internação	9,870.02	9,642.70	10,097.34	<0,001
	Pós-cirurgia	295.04	209.46	380.63	<0,001
Consultas	Pré-cirurgia	12.29	12.07	12.52	-
	Internação	9.56	8.09	11.03	<0,001
	Pós-cirurgia	5.07	4.52	5.62	<0,001
Internações (Pré - Pós)	Pré-cirurgia	12,262.36	9,949.90	14,574.82	-
	Internação	-3,067.09	-5,629.00	-504.82	0,019
	Pós-cirurgia	-450.16	-7.57	-1,426.54	0,004
Exames laboratoriais	Pré-cirurgia	61.75	58.55	64.94	-
	Internação	214.30	200.94	227.66	<0,001
	Pós-cirurgia	45.24	38.24	52.24	<0,001
Exames de imagem	Pré-cirurgia	455.38	406.80	503.96	-
	Internação	559.59	339.64	779.55	<0,001
	Pós-cirurgia	381.18	277.35	485.02	<0,001
Medicamentos em internação	Pré-cirurgia	677.83	552.04	803.62	-
	Internação	-93.55	-243.90	56.79	0,223
	Pós-cirurgia	-285.49	-446.90	-124.09	<0,001

Fonte: Elaboração própria. Obs.: IC 95%= intervalo de confiança de 95%. GEE test. Obs.: 20 anos pré- e 24 meses pós-cirurgia.

6.2.3. *Interrupted time-series analysis*

6.2.3.1. Desfechos em saúde

A análise por séries temporais indicou tendência da evolução dos resultados dos principais exames clínico-laboratoriais em doenças crônicas não transmissíveis relacionadas à obesidade, ajustados por idade e sexo. Os valores iniciais referem-se aos dados médios compostos dos resultados da linha de base de pacientes que utilizaram

recursos avaliados. A partir do valor inicial, a análise por ITSA avaliou a linha de tendência crescente ou decrescente no período de acompanhamento dos pacientes. Ao início de cada período, a análise por ITSA avalia a diferença no nível de uso de cada recurso, assim como linha de tendência ao próximo período.

O modelo de análise estatística avalia o grau de inclinação das retas de tendência entre cada período para estabelecer existência de diferença significativa, assim como estabelece o degrau da diferença entre uma e outra linha de tendência, antes e depois da intervenção. Isso permite que, mesmo diante de havendo valores semelhantes sem diferença estatística antes e após a intervenção, seja possível avaliar tendências diferentes observadas nos dois períodos.

A avaliação também permite demonstrar matematicamente que, mantendo-se inalterados os padrões de atendimento ou tratamento atual, a linha de tendência futura de determinado exame ou custo deve seguir um modelo de ascensão ou descenso, que pode ser alterado pela intervenção (no caso, a cirurgia bariátrica).

Os valores de tendência nos vinte anos de linha de base dos pacientes avaliados referem-se aos dados de alteração (ascendentes - valores positivos; ou descendentes - valores negativos) a cada mês. Os valores relacionados à intervenção cirúrgica referem-se à alteração, positiva ou negativa, a partir da data do primeiro dia da internação para a cirurgia bariátrica. Os valores relacionados ao mês da cirurgia referem-se aos valores médios no período de internação para cirurgia bariátrica. Os dados referentes ao período pós-cirúrgico referem-se aos valores dos exames no primeiro mês após cirurgia bariátrica e os dados de tendência no período pós-cirúrgico referem-se aos valores incrementais (negativos ou positivos) a cada mês após alta da internação para cirurgia bariátrica.

Ao longo dos 240 meses pré-cirurgia bariátrica de acompanhamento dos pacientes do estudo, ocorreu aumento significativo nos exames de VLDL ($p < 0,001$), triglicérides

($p < 0,001$), LDL ($p < 0,001$), insulina total ($p < 0,001$), hemoglobina glicada ($p < 0,001$), glicemia em jejum ($p < 0,001$) e em colesterol total ($p < 0,001$). Por outro lado, houve aumento não significativo no peso corporal ($p = 0,208$) e IMC ($p = 0,894$), além de redução significativa nos valores de HDL ($p < 0,001$) e redução não significativa na PAS ($p = 0,402$).

Em relação aos valores correspondentes ao início do período de internação para cirurgia bariátrica, observou-se redução significativa nos exames de insulina total e colesterol total ($p < 0,001$), redução não significativa nos exames de VLDL ($p = 0,880$), triglicérides ($p = 0,241$), LDL ($p = 0,287$) e hemoglobina glicada ($p = 0,146$). Foi observado aumento significativo nos valores dos exames de HDL ($p = 0,015$) e glicemia em jejum ($p = 0,008$).

No primeiro mês do período pós-cirúrgico, verificou-se redução significativa nos valores dos exames de LDL ($p = 0,002$), glicemia de jejum ($p = 0,004$) e colesterol total ($p = 0,043$) e nos valores de peso ($p < 0,001$) e IMC ($p < 0,001$). Houve redução não significativa nos valores dos exames de triglicérides ($p = 0,0501$), insulina total ($p = 0,576$) e hemoglobina glicada ($p = 0,262$). Houve aumento significativo nos valores de HDL ($p = 0,001$) e aumento não significativo da PAS ($p = 0,815$).

Ao longo dos 24 meses do período pós-cirúrgico, ocorreu redução significativa no peso corporal e IMC ($p < 0,001$) e redução não significativa na PAS ($p = 0,131$). Por outro lado, houve aumento significativo nos exames de VLDL ($p = 0,024$), triglicérides ($p = 0,041$), hemoglobina glicada ($p = 0,038$) e glicemia em jejum ($p = 0,036$) e aumento não significativo nos exames de LDL ($p = 0,481$), insulina total ($p = 0,092$), HDL ($p = 0,423$), colesterol total ($p = 0,147$) e nos valores de PAS ($p = 0,131$) (Tabela 28).

Tabela 28. Tendência da evolução mensal dos valores de desfechos em saúde relacionados à obesidade. São Paulo, 2017-2018.

Exame	Período	Coeficiente	IC95%		P
			Min	Máx	
VLDL (mg/dL)	Início	20,33379	20,2459	20,42168	-
	Tendência 20 anos iniciais	0,0001105	0,0001077	0,0001133	<0,001
	Internação para cirurgia	-0,1812206	-2,525102	2,162661	0,88
	Mês da cirurgia	-0,0143134	-0,0264092	-0,0022177	0,02
	Início período pós-cirúrgico	0,168751	-1,994126	2,331628	0,878
	Tendência pós-cirúrgico	0,0139179	0,0018217	0,026014	0,024
Triglicérides (mg/dL)	Início	96,83765	96,02753	97,64777	-
	Tendência 20 anos iniciais	0,0012244	0,0011971	0,0012517	<0,001
	Internação para cirurgia	-13,09858	-34,99827	8,801119	0,241
	Mês da cirurgia	-0,1210212	-0,2330429	-0,0089995	0,034
	Início período pós-cirúrgico	-19,64477	-39,30728	0,017734	0,0501
	Tendência pós-cirúrgico	0,1170706	0,0050482	0,229093	0,041
LDL (mg/dL)	Início	106,7171	106,4568	106,9773	-
	Tendência 20 anos iniciais	0,0000848	0,0000758	0,0000939	<0,001
	Internação para cirurgia	-4,499517	-12,78632	3,787286	0,287
	Mês da cirurgia	-0,0168535	-0,0608403	0,0271334	0,453
	Início período pós-cirúrgico	-12,33607	-20,26032	-4,411819	0,002
	Tendência pós-cirúrgico	0,0157976	-0,0281899	0,0597851	0,481
Insulina total (mU/L)	Início	17,517995	17,418011	17,617978	-
	Tendência 20 anos iniciais	0,0002747	0,0002705	0,0002789	<0,001
	Internação para cirurgia	-10,3283	-12,85672	-7,799876	<0,001
	Mês da cirurgia	-0,0123738	-0,0252037	0,0004562	0,059
	Início período pós-cirúrgico	-0,6295399	-2,837702	1,578623	0,576
	Tendência pós-cirúrgico	0,0110409	-0,0017892	0,023871	0,092
Hemoglobina glicada (mg/dL)	Início	137,7952	137,5177	138,0727	-
	Tendência 20 anos iniciais	0,000246	0,0002312	0,0002609	<0,001
	Internação para cirurgia	-10,77048	-25,30489	3,76394	0,146
	Mês da cirurgia	-0,0792677	-0,1524262	-0,0061091	0,034
	Início período pós-cirúrgico	-7,132647	-19,59957	5,334275	0,262
	Tendência pós-cirúrgico	0,0775922	0,0044333	0,150751	0,038
HDL (mg/dL)	Início	69,93481	69,82428	70,04535	-
	Tendência 20 anos iniciais	-0,0003915	-0,0003952	-0,0003877	<0,001
	Internação para cirurgia	3,350282	0,65394	6,046624	0,015
	Mês da cirurgia	-0,0019394	-0,0157652	0,0118864	0,783
	Início período pós-cirúrgico	3,995933	1,560092	6,431773	0,001
	Tendência pós-cirúrgico	0,0056504	-0,0081759	0,0194768	0,423
Glicemia em jejum (mg/dL)	Início	94,55587	94,23037	94,88137	-
	Tendência 20 anos iniciais	0,0003816	0,0003662	0,000397	<0,001
	Internação para cirurgia	24,4604	6,399808	42,521	0,008
	Mês da cirurgia	-0,0980866	-0,1886742	-0,007499	0,034
	Início período pós-cirúrgico	-22,36422	-37,63278	-7,095663	0,004
	Tendência pós-cirúrgico	0,0970298	0,006442	0,1876175	0,036
Colesterol total (mg/dL)	Início	163,4978	163,1554	163,8401	-
	Tendência 20 anos iniciais	0,0005064	0,0004947	0,0005181	<0,001
	Internação para cirurgia	-17,25337	-26,77228	-7,734466	<0,001
	Mês da cirurgia	-0,0359976	-0,0862319	0,0142367	0,16
	Início período pós-cirúrgico	-9,299203	-18,30158	-0,2968275	0,043
	Tendência pós-cirúrgico	0,0371903	-0,0130448	0,0874254	0,147
Peso (kg)	Início	124,61	121,36	127,86	-
	Tendência 20 anos iniciais	0,0052422	-0,0029299	0,0134143	0,208
	Início período pós-cirúrgico	-15,74	-20,93738	-10,53127	<0,001
	Tendência pós-cirúrgico	-0,0323828	-0,0441775	-0,0205882	<0,001

(continua)

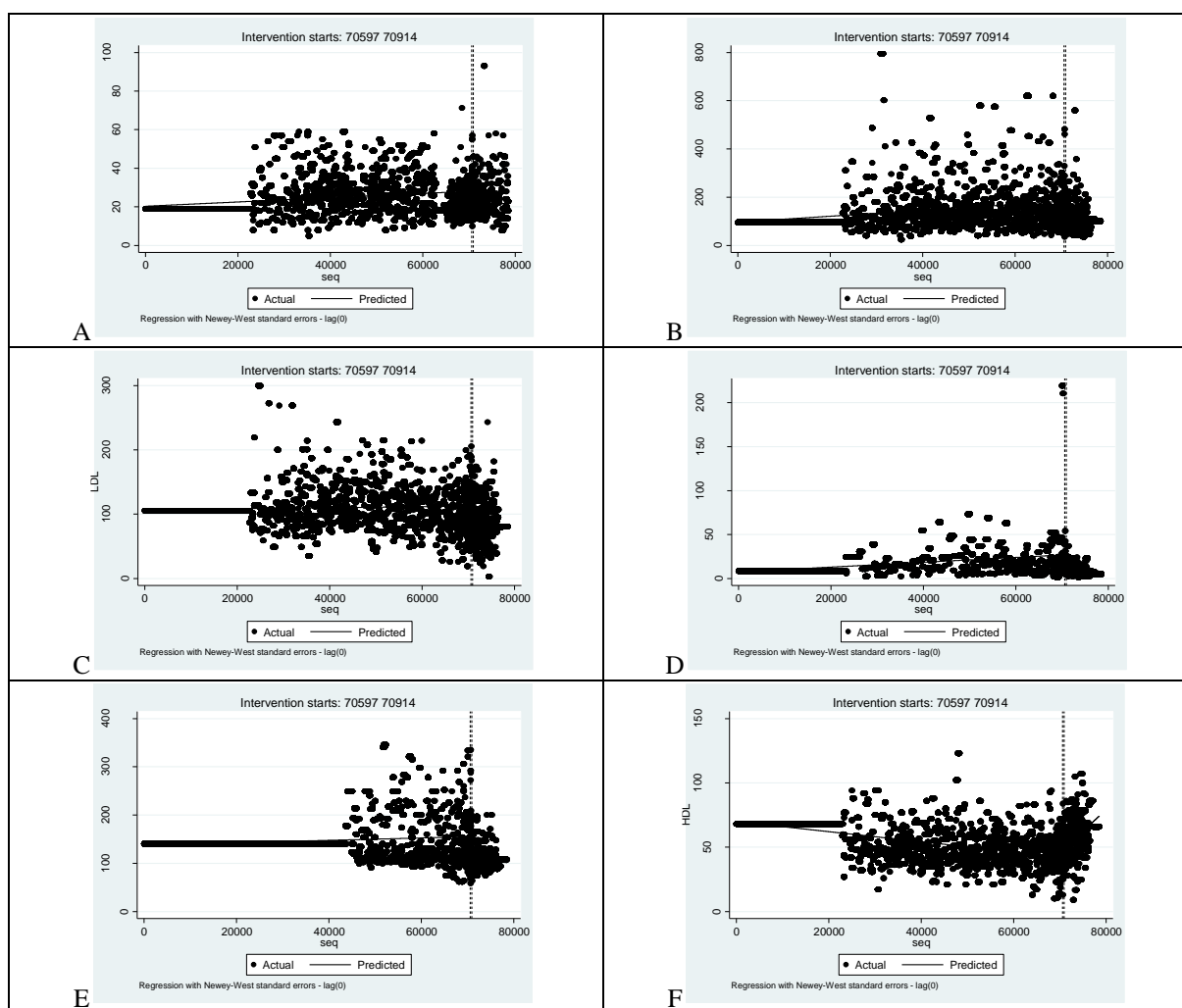
(continuação)

	Início	53,65403	50,9598	56,34826	-
IMC (kg/m ²)	Tendência 20 anos iniciais	0,0001871	-0,002572	0,0029463	0,894
	Início período pós-cirúrgico	-4,745879	-7,484222	-2,007535	0,001
	Tendência pós-cirúrgico	-0,0209503	-0,0256834	-0,0162172	<0,001
	Início	133,2688	131,0232	135,5144	-
PAS (mm/Hg)	Tendência 20 anos iniciais	-0,0024225	-0,0080955	0,0032505	0,402
	Início período pós-cirúrgico	0,4330421	-3,202428	4,068512	0,815
	Tendência pós-cirúrgico	-0,0061089	-0,0140301	0,0018123	0,131

Fonte: Elaboração própria. Obs.: IC 95%= intervalo de confiança de 95%. ITSA *post-intervention trend*.

Obs.: 20 anos pré- e 24 meses pós-cirurgia.

A análise gráfica da tendência dos principais exames clínico-laboratoriais, peso, IMC e PAS relacionados com obesidade e sobrepeso, nos períodos pré-, durante e pós-cirurgia bariátrica é apresentada na Figura 16.



(continua)

(continuação)

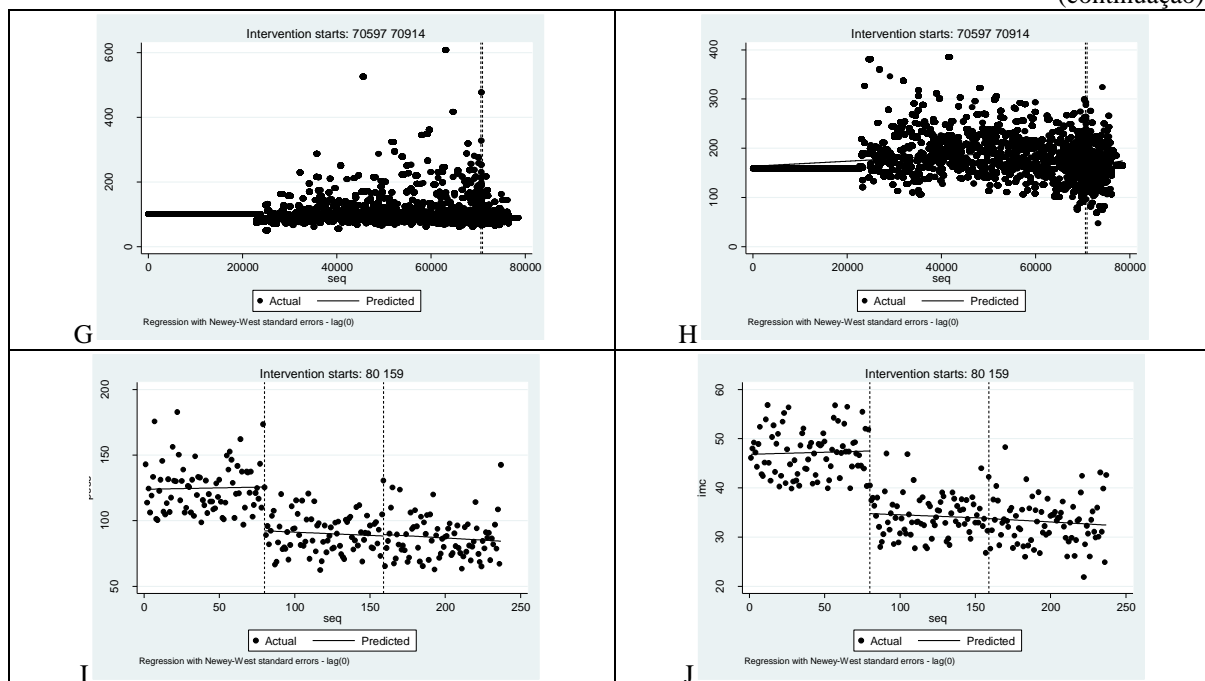


Figura 16. Resultados da Interrupted Time-Series Analysis na análise de desfechos de saúde. São Paulo, 2017-2018.

A: VLDL; B: Triglicérides; C: LDL; D: Insulina; E: Hemoglobina glicada; F: HDL; G: Glicemia em jejum; H: Colesterol; I: Peso; J: IMC.

Fonte: Elaboração própria.

6.2.3.2. Custos de saúde

Durante 240 meses pré-cirurgia bariátrica de acompanhamento dos pacientes do estudo, houve aumento significativo nos custos em consultas ambulatoriais, exames laboratoriais, exames de imagem e no custo total ($p < 0,001$), assim como aumento não significativo nos custos em medicamentos em internações ($p = 0,218$) e redução significativa nos custos em internações ($p < 0,001$).

No período de internação para cirurgia bariátrica, ocorreu aumento significativo nos custos em exames laboratoriais, consultas e no custo total ($p < 0,001$), aumento não significativo nos custos em exames de imagem ($p = 0,337$) e diminuição não significativa

nos custos em internações ($p = 0,599$) e medicamentos em internação ($p = 0,071$), em relação aos custos pré-cirúrgicos.

No primeiro mês do período pós-cirúrgico, houve diminuição significativa nos custos em consultas ($p = 0,023$), exames laboratoriais ($p = 0,003$), medicamentos em internação ($p = 0,015$) e no custo total ($p < 0,001$) e diminuição não significativa nos custos em internações ($p = 0,812$) e exames de imagem ($p = 0,855$).

Ao longo dos 24 meses após cirurgia bariátrica, houve tendência de diminuição significativa nos custos em internações ($p = 0,0026$), exames laboratoriais e de imagem ($p < 0,001$) e no custo total ($p < 0,001$) e diminuição não significativa nos custos em consultas ($p = 0,1128$) e medicamentos em internação ($p = 0,717$) (Tabela 29 e Figura 17).

Tabela 29. Tendência da evolução mensal dos custos relacionados à obesidade. São Paulo, 2017-2018.

Variável	Período	Coeficiente	IC95%		P
			Min	Máx	
Custo consultas	Início	9,92	9,34	10,49	<0,001
	Tendência 20 anos iniciais	0,00005	0,00004	0,00007	<0,001
	Internação para cirurgia	9,51	6,13	12,89	<0,001
	Mês da cirurgia	-0,008	-0,026	0,0097	0,369
	Início período pós-cirúrgico	-3,96	-7,37	-0,54	0,023
	Tendência pós-cirúrgico	0,0003	-0,0001	0,0007	0,1128
Custo Internações	Início	27.157,50	18.229,56	36.085,44	<0,001
	Tendência 20 anos iniciais	-3,51	-5,30	-1,73	<0,001
	Internação para cirurgia	-884,48	-4,185,23	2,416,26	0,599
	Mês da cirurgia	7,75	-3,61	19,12	0,181
	Início período pós-cirúrgico	-437,46	-4,049,19	3,174,25	0,812
	Tendência pós-cirúrgico	-1,03	-1,71	-0,36	0,0026
Custo Exames laboratoriais	Início	39,36	35,05	43,67	<0,001
	Tendência 20 anos iniciais	0,0005	0,0004	0,0006	<0,001
	Internação para cirurgia	217,32	144,76	289,88	<0,001
	Mês da cirurgia	-0,11	-0,50	0,27	0,566
	Início período pós-cirúrgico	-110,87	-183,18	-38,55	0,003
	Tendência pós-cirúrgico	-0,018	-0,023	-0,014	<0,001
Custo Exames de imagem	Início	235,12	138,31	331,93	<0,001
	Tendência 20 anos iniciais	0,0083	0,0043	0,0123	<0,001
	Internação para cirurgia	348,81	-363,51	1061,13	0,337
	Mês da cirurgia	0,59	-3,94	5,13	0,796
	Início período pós-cirúrgico	-90,22	-1060,97	880,51	0,855
	Tendência pós-cirúrgico	-0,11	-0,15	-0,07	<0,001
Medicamentos Internação	Início	450,45	148,23	752,67	0,004
	Tendência 20 anos iniciais	0,14	-0,08	0,37	0,218
	Internação para cirurgia	-192,89	-610,45	24,65	0,071
	Mês da cirurgia	0,51	-0,56	1,59	0,353
	Início período pós-cirúrgico	-281,26	-508,07	-54,44	0,015
	Tendência pós-cirúrgico	-0,0194	-0,122	0,085	0,717
Custo total	Início	191,76	126,42	257,11	<0,001
	Tendência 20 anos iniciais	0,0067	0,0048	0,0086	<0,001
	Internação para cirurgia	9.897,74	7.106,15	11.113,51	<0,001
	Mês da cirurgia	3,85	-7,38	15,09	0,502
	Início período pós-cirúrgico	-9.109,82	-11.967,38	-7.828,10	<0,001
	Tendência pós-cirúrgico	-0,12	-0,17	-0,08	<0,001

Fonte: Elaboração própria. Obs.: IC 95%= intervalo de confiança de 95%. ITSA *post-intervention trend*.
Obs.: 20 anos pré- e 24 meses pós-cirurgia.

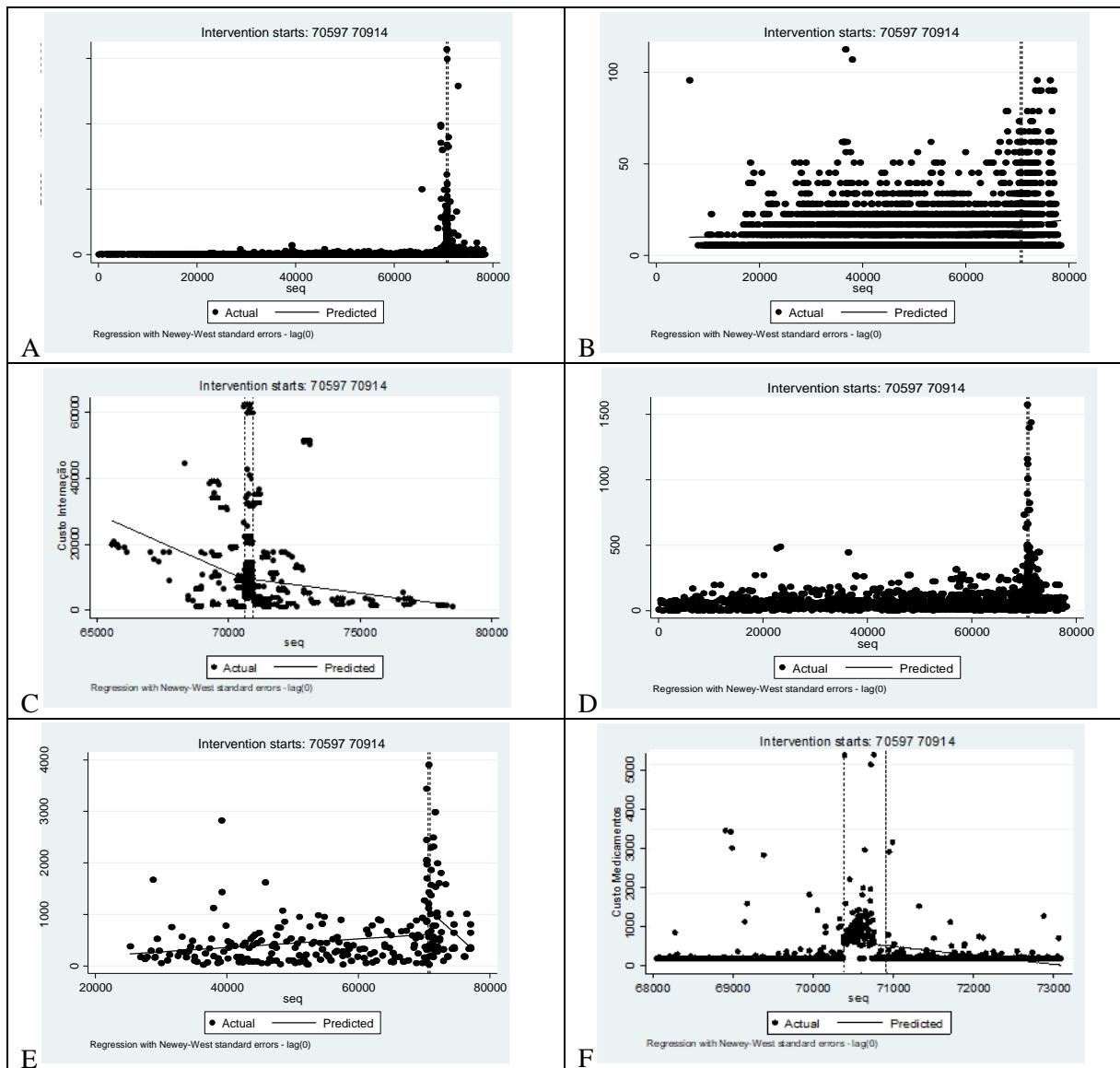


Figura 17. Resultados da *Interrupted Time-Series Analysis* para custos em saúde. São Paulo, 2017-2018.

Custos. A: Custo total; B: Consultas ambulatoriais; C: Custo total em internação; D: Custo em exames laboratoriais; E: Custo em exames de imagem; F: Custo em medicamentos em internação.

Fonte: Elaboração própria.

6.2.4. Razão custo-efetividade da cirurgia bariátrica

A estimativa da efetividade real do tratamento do paciente foi baseada nos níveis de efetividade média, mínima e máxima resultante dos dados de tendência em 240 meses

de acompanhamento pré-cirurgia bariátrica, em relação à diferença no início do período de internação para cirurgia, assim como a tendência no período de internação em relação à diferença no início do período pós-cirúrgico e, por fim, o resultado da tendência nos 24 meses de acompanhamento após cirurgia bariátrica.

Os maiores valores de RCEI foram observados para PAS, IMC e HDL, enquanto menores valores foram identificados em triglicérides, colesterol total e LDL. No caso do VLDL, a RCEI indicou custo por piora dos resultados. O custo por unidade de diminuição (melhora) dos níveis de PAS (em mm/Hg) foi estimado em torno de US\$ 34.051,46, variando entre US\$ 32.690,28 e US\$ 34.231,58 em relação à efetividade da cirurgia bariátrica ($\mu = -0,29$ mm/Hg, variando de -5,48 mm/Hg a +4,89 mm/Hg).

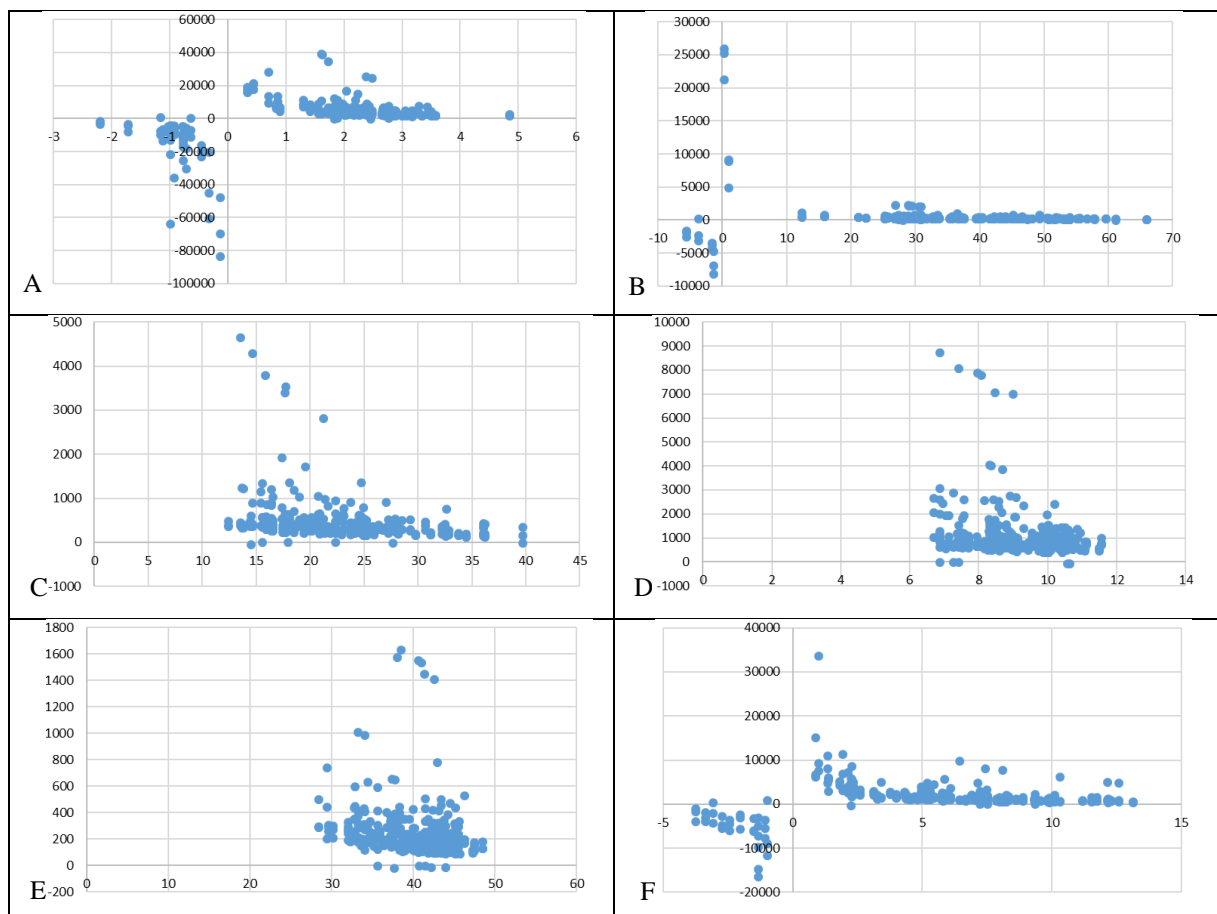
No caso da RCEI relativa ao IMC dos pacientes, obteve-se um custo de US\$ 1.930.17 por unidade de IMC reduzido (melhora) em (Kg/m^2), variando entre US\$ 1.853.02 e US\$ 1.940.38. A RCEI para VLDL resultou em custo de US\$ 30.093.51 (variando entre US\$ 28.890.55 e US\$ 30.252.70) para cada ponto de aumento (piora) nos níveis do exame.

Os menores custos por unidade de desfecho em saúde, no caso de triglicérides, resultaram em custo de US\$ 337.50 (variando entre US\$ 324.01 e US\$ 339.28) por unidade de TGL; enquanto, no caso do colesterol total, obteve-se RCEI de US\$ 392.74 (variando entre US\$ 37.,04 e US\$ 394.82) por unidade de efetividade na redução de colesterol (Tabela 30 e Figura 18).

Tabela 30. Razão custo-efetividade incremental (RCEI) da cirurgia bariátrica em relação aos desfechos em saúde de pacientes com obesidade. São Paulo, 2017-2018.

Exame	Efetividade			RCEI		
	μ	Mín	Máx	μ	Mín	Máx
PAS (mm/Hg)	0,295	-4,892	5,482	34,051.46	-2,064.00	1,758.95
IMC (kg/m ²)	5,204	1,690	8,718	1,930.17	5,976.05	1,106.08
HDL (mg/dL)	7,386	1,907	12,865	1,359.91	784.89	5,055.95
Glicemia em jejum (mg/dL)	10,239	-11,010	31,488	980.97	-917.08	306.23
Insulina total (mU/L)	10,639	5,581	15,698	944.07	1,809.25	614.28
Peso (kg)	15,259	7,806	22,701	658.25	1,293.54	424.77
Hemoglobina glicada (mg/dL)	16,061	-12,773	44,895	625.37	-790.54	214.78
LDL (mg/dL)	16,453	-0,860	33,766	610.48	-11,741.38	285.58
Colesterol total (mg/dL)	25,574	5,795	45,354	392.74	1,742.57	212.61
Triglicérides (mg/dL)	29,761	-14,608	74,130	337.50	-691.20	130.08
VLDL (mg/dL)	-0,334	-5,144	4,476	-30,093.51	-1,963.09	2,154.28

Fonte: Elaboração própria. Obs.: μ = média.



(continua)

(continuação)

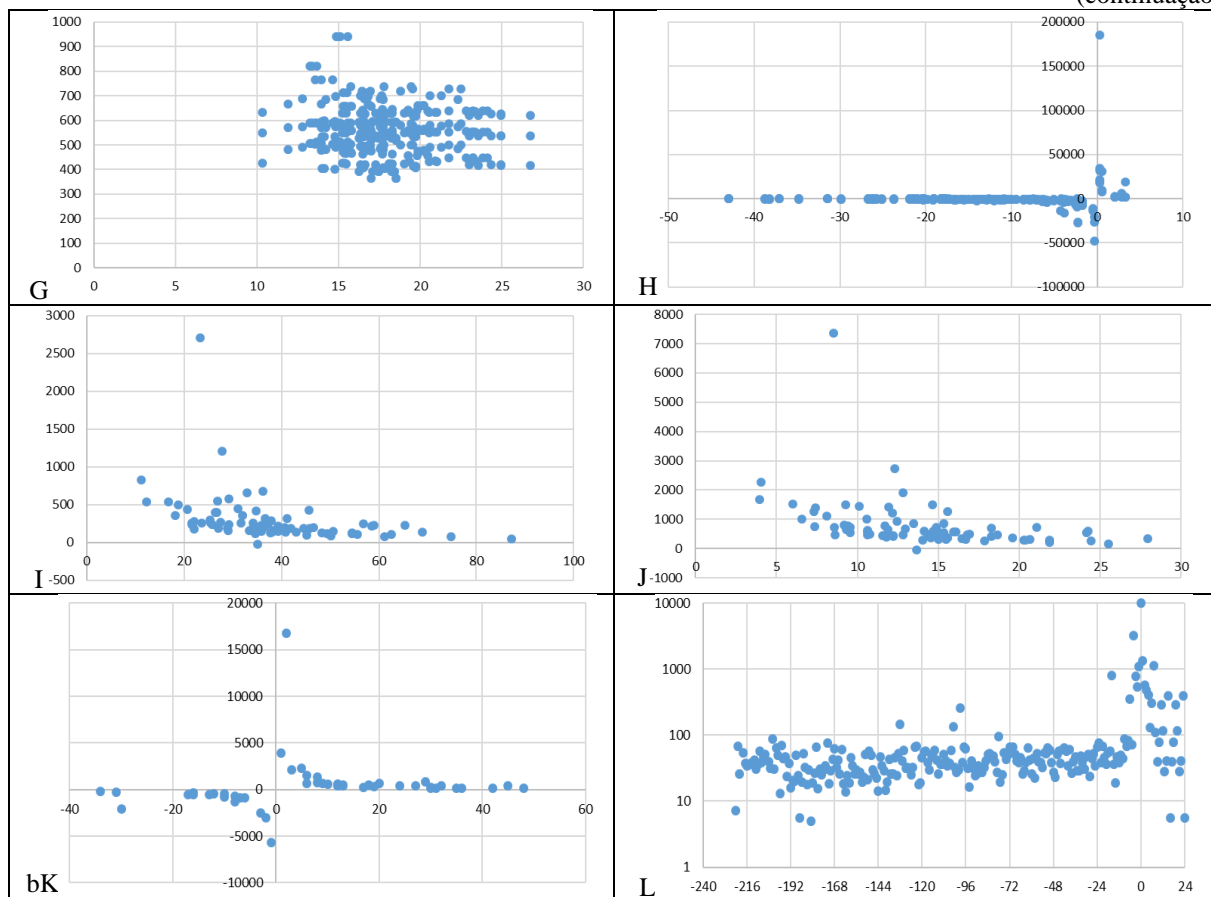


Figura 18. Razão custo-efetividade incremental da cirurgia bariátrica por paciente com obesidade. São Paulo, 2017-2018.

A: VLDL; B: Triglicerídeos; C: LDL; D: Insulina; E: Hemoglobina glicada; F: HDL; G: Glicemia em jejum; H: Colesterol total; I: Peso (Kg); J: IMC (Kg/m²); K: PAS (mm/Hg); L: Custo médio por mês (log).

Fonte: Elaboração própria. Obs.: μ = média.

6.2.5. Discussão

A presente tese constitui a primeira avaliação dos custos e desfechos em saúde da cirurgia bariátrica realizada em coorte de pacientes em longa duração, investigando efetividade relacionada às principais doenças crônicas associadas à obesidade, utilizando metodologia de análise por séries temporais.

A obesidade em todo o mundo e em particular em nosso país, tem sido algo de inúmeros estudos, dada a sua extrema relevância na atual crescente prevalência de

sobrepeso e obesidade na população mundial, incluindo seus diversos desdobramentos em doenças crônicas e nos custos incrementais relacionados.

Pela primeira vez na história da humanidade a expectativa de vida tanto do homem como da mulher caiu entre 2014 e 2015: para homens: de 76,5 anos (2014) para 76,3 anos (2015) e para mulheres: de 81,3 anos (2014) para 81,2 anos (2015), sendo como causa primária a obesidade e sobrepeso e suas múltiplas manifestações. Grandes estudos publicados em renomadas revistas como a *The Lancet* e *New England Journal of Medicine* mostram obesidade está associada com a redução entre 2 a 4 anos na expectativa de vida em homens não fumantes com idade de 40 anos, e na redução entre 3 a 5 anos em mulheres também não fumantes da mesma idade, quando comparados a homens e mulheres com peso saudável, sendo que redução mais acentuada na expectativa de vida foi observada em obesos mais severos.^{6,62,214-217}

Estudos anteriores, utilizando ferramentas estatísticas convencionais não mostram adequadamente em relação a tempo em fila de espera para a cirurgia bariátrica o cenário de evolução dos principais marcadores do risco em doenças crônicas relacionadas com a obesidade e seus custos.

Na coorte de pacientes acompanhada neste estudo, conseguimos mostrar com dados extremamente precisos esta evolução, crescente e constante, além de mostrar com muita clareza a abrupta inflexão da reta de tendência destes valores de exames, bem como no período pós-operatório. A inovação que a ferramenta estatística ITSA (*Interrupted Time-Series Analysis*), utilizada neste estudo vem trazer, pode ser amplamente aplicada para modelos de análise e predição futura, mostrando o impacto em que a intervenção causa e seus reflexos em decorrer do tempo.

Modelos tradicionais de análise, baseados nas diferenças entre médias e desvios-padrão (para dados paramétricos) ou no ranqueamento e ordenação dos valores (para

dados não paramétricos) podem não ser sensíveis o suficiente quando utilizados em estudos de coorte, quando é necessário comparar um “ponto médio” antes, em comparação com um “ponto médio” após determinada intervenção. Nestes casos, em que há uma curva ou reta ascendente em riscos, valores de exames ou qualquer outro desfecho de interesse, a avaliação da curva ou reta, seja ela ascendente ou descendente, após a intervenção em que ocorre um “degrau” ou “desnível”, pode mostrar valores médios equiparáveis e que, considerando os desvios-padrão, não são considerados estatisticamente significantes, mostrando um falso dado negativo.

Neste estudo, conseguimos afirmar que dados médios ou mediamos equivalentes podem ser estatisticamente significantes, pois o que o ITSA analisa de maneira muito robusta é o grau de inclinação da reta de tendência em relação ao tempo, o degrau (ou *slope*) da variação entre o primeiro período avaliado e o início da intervenção e, no caso deste estudo, um terceiro período, que é o degrau entre o final da internação e o início de período pós operatório, que gera mais uma reta de tendência em relação ao tempo e a tendência futura dos dados.

A comparação entre os ângulos de inclinação e os degraus de diferença entre todos os períodos avaliados é a inovação estatística que foi utilizada neste estudo, que foi somada às demais ferramentas estatísticas tradicionais na área médica, corroborando os resultados encontrados. Os pacientes incluídos no estudo estiveram em lista de espera para realização do procedimento por até 240 meses previamente à cirurgia bariátrica, tendo sido acompanhados por 24 meses após cirurgia. Assim, foi possível obter dados de acompanhamento da evolução dos indicadores de saúde dos pacientes com precisão, assim como uso de recursos associados aos atendimentos, consultas, exames e internações ao longo do período pré- e pós-cirúrgico.

Ao longo do tempo em lista de espera para realização da cirurgia, observou-se tendência de incremento de peso e IMC dos pacientes, sendo a maioria dos indivíduos considerados acima de obesidade mórbida (IMC médio de 53,65 Kg/m²; IC95% 50,96 - 56,35). Os demais parâmetros de exames de saúde apresentaram agravamento ao longo dos anos de monitoramento pré-cirurgia bariátrica dos pacientes, em linha com resultados de estudos nacionais e internacionais, que têm apontado aumento do peso corporal na maior parte da população mundial.^{5,7-12} No Brasil, particularmente, cerca de 36,1% ocorridas em 2010 foram causadas por doenças cardiometabólicas associadas à obesidade, sendo aproximadamente 38% das mortes consideradas prematuras, ou seja, antes do indivíduo completar 70 anos de idade.^{22,23,32}

A maioria dos pacientes apresentava acompanhamento por equipe multidisciplinar no período pré- e pós-operatório, incluindo avaliação nutricional, prescrição de dietas e reeducação alimentar, avaliação do nível de atividade física com prescrição de atividades ajustadas para cada paciente e atendimento psicológico, incluindo medidas de controle de alterações psicológicas como stress, depressão, transtornos de humor e de sono, transtornos bipolares e autocontrole. O acompanhamento multidisciplinar é intensificado nos períodos próximos à cirurgia bariátrica, em torno de 6 a 12 meses antes e após a intervenção cirúrgica. Entretanto, mesmo sob acompanhamento periódico, os pacientes apresentaram ganho de peso e descontrole dos marcadores de risco no período pré-cirúrgico, possivelmente em decorrência do conhecimento dos critérios para elegibilidade ao procedimento cirúrgico pelos pacientes.

Isso resultou em elevada quantidade de internações no período pré-cirurgia bariátrica entre pacientes avaliados no presente estudo. Cerca de 26% dos pacientes (n = 84) apresentaram necessidade de internações hospitalares antes da cirurgia bariátrica, considerando somente procedimentos cirúrgicos relacionados às DCNT associadas à

obesidade no complexo ICHC-FMUSP. A maioria das internações pré-cirúrgicas foi relacionada a procedimentos necessários para condução da cirurgia bariátrica com menor risco (dados não incluídos na tese), incluindo dieta de baixo ou baixíssimo teor calórico para redução de peso corporal de alguns pacientes.

Por outro lado, no período pós-cirurgia bariátrica, somente 78 pacientes (aproximadamente 25%) apresentaram internações para cirurgias relacionadas às DCNT associadas à obesidade no complexo ICHC-FMUSP. As internações no período pós-cirurgia bariátrica foram majoritariamente relacionadas a procedimentos menores (dados não incluídos na tese), que foram possibilitados pela perda de peso significativa obtida após cirurgia bariátrica, fato corroborado pelos menores custos de internações após cirurgia bariátrica.

Durante internação para realização da cirurgia bariátrica, foi observada redução significativa de 4,74 pontos no IMC dos pacientes, em média, tendência mantida ao longo dos 24 meses após cirurgia bariátrica. Simultaneamente, a redução no IMC foi acompanhada por diminuição dos principais marcadores de risco para doenças crônicas relacionadas à obesidade no período pós-cirúrgico.

Diversos estudos têm apontado redução em torno de 23,7% na mortalidade após dez anos da realização da cirurgia bariátrica entre pacientes submetidos ao procedimento, em comparação com pacientes eutróficos. A mortalidade ajustada por sexo, idade e fatores de risco usualmente apresenta redução em torno de 30,7%, causada principalmente pela diminuição do risco cardiovascular.^{56,78,81,87}

A revisão sistemática conduzida na presente tese evidenciou a associação entre aumento do IMC e mortalidade global (RR variando entre 1,13 e 2,9; IC95% 1,09-1,17 e IC95% 2,37-3,56, respectivamente)^{61,62}, assim como significativa associação entre obesidade e hipertensão (RR variando entre 1,70 e 2,51)⁶³, câncer gástrico e esofágico

(RR variando entre 1,71 e 4,8)⁶⁴, câncer colorretal (RR 1,45; IC95% 1,30-1,54)⁶⁵ e câncer hepático (RR 1,45; IC95% 1,30-1,54).⁶⁵

Assim, os resultados obtidos no estudo indicaram efetividade da intervenção, em termos de tendência de marcadores de risco para DCNT entre pacientes obesos submetidos à cirurgia bariátrica. Considerando o papel da obesidade como fator de risco para mortalidade, a cirurgia bariátrica constitui intervenção efetiva para redução de eventos adversos potencialmente graves que conduzem à necessidade de internações hospitalares e ao incremento na taxa de mortalidade na população.¹³⁻¹⁵

As projeções futuras em estudos internacionais apontam para potencial continuidade na tendência de aumento da prevalência da obesidade em nível mundial. A mesma tendência tem sido observada no Brasil, assim, é possível projetar um cenário de incremento na prevalência da obesidade no país, incluindo elevação significativa da ocorrência de agravos em saúde associados à obesidade e, conseqüentemente dos custos do sistema de saúde nacional.¹⁷

A partir das evidências da literatura, os custos diretos da obesidade no Brasil totalizaram US\$ 269,6 milhões, cerca de 1,86% dos gastos em assistência em saúde de média e alta complexidade. No caso do tratamento da obesidade mórbida, o custo correspondia a aproximadamente US\$ 64,2 milhões (23,8% dos custos diretos da obesidade), representando custo 4,3 vezes superior aos custos de tratamento de pacientes obesos.^{16,34,96,99-102}

Dados da literatura apontam que, a cada 1% de ganho de peso corporal, há evidências de aumento de 3,6% nos gastos em saúde. Por outro lado, uma redução de 1% do peso corporal representa diminuição de 5,8% nos custos anuais em saúde.¹⁰⁵⁻¹⁰⁷ Ademais, estudos apontam alto custo anual para tratamento medicamentoso da obesidade em diferentes países, além dos custos relacionados ao tratamento de DCNT associadas à

obesidade.^{97,110} Há evidências de incremento do risco de diabetes em mais de 6 vezes entre pacientes obesos grau III em comparação com indivíduos eutróficos, associado a custos anuais em saúde três vezes superiores para indivíduos com diabetes do que indivíduos sem diabetes.^{117,118,131}

Os dados observados no presente estudo confirmaram a tendência de incremento dos custos conforme há aumento do IMC dos pacientes com obesidade. A avaliação dos custos dos pacientes submetidos à cirurgia bariátrica no contexto do ICHC demonstrou efeito da intervenção em termos de redução dos custos no âmbito do sistema público de saúde. Foi identificada redução nos custos com medicamentos e exames de imagem entre pacientes obesos no período pós-cirúrgico, apresentando redução de 78,5% nos custos hospitalares com medicamentos, 77,0% nos custos ambulatoriais com exames de imagem, 56,0% nos custos ambulatoriais de exames laboratoriais, 73,7% nos custos de consultas ambulatoriais e 2,2% nos custos hospitalares com exames de imagem. Isso resultou em uma diminuição de 73,8% nos custos hospitalares totais após cirurgia bariátrica, incluindo redução de 25,3% nos custos de diárias hospitalares.

Em termos do custo da cirurgia bariátrica, observou-se variação substancial do custo no contexto do ICHC-FMUSP de acordo com técnica e abordagem empregadas. Similarmente às evidências de estudos internacionais, as abordagens laparoscópicas apresentaram menor custo em comparação com abordagens abertas.^{85,125} Embora apresente custo total inferior, foram observados maiores custos em exames laboratoriais e exames de imagem na cirurgia via laparoscópica.

Por outro lado, a cirurgia via laparoscópica apresentou redução de 10,3% nos custos em diárias hospitalares, em vista da redução de dias de internação, sendo 11 (8-23) dias em enfermaria e 4 (2-4) dias em UTI na cirurgia aberta e 10 (9-13) dias em enfermaria e 4 (2-5) dias em UTI na cirurgia via laparoscópica. A redução do período de internação

inclui múltiplos aspectos positivos, além da redução de custos da cirurgia, pois a rápida recuperação do paciente reduz risco de infecção hospitalar e outras complicações, além de permitir liberação do leito hospitalar para outros procedimentos cirúrgicos.

Os modelos estatísticos empregados no presente estudo permitiram analisar dados de custos por período, assim como tendências por período, em relação à intervenção (cirurgia bariátrica). Os resultados dos modelos apontaram redução dos custos hospitalares médios por paciente em internações (redução de US\$ 450.16) e medicamentos (redução de US\$ 285.49), indicando redução nos custos hospitalares (redução de US\$ 9.12 por paciente) entre períodos pré- e pós-cirurgia. Por outro lado, ocorreu incremento nos custos médios por paciente em termos de custos totais (acréscimo de US\$ 295.04), consultas ambulatoriais (acréscimo de US\$ 5.07), exames laboratoriais (acréscimo de US\$ 45.24) e exames de imagem (acréscimo de US\$ 381.18).

No contexto do presente estudo, foi feito acompanhamento dos pacientes por 24 meses após realização da cirurgia bariátrica. Dados de estudos internacionais indicaram que, no período de 24 meses, é possível ocorrer aumento de alguns custos em saúde dos pacientes que foram submetidos a cirurgia bariátrica, em decorrência de necessidade de maior acompanhamento no período pós-operatório, incluindo exames laboratoriais e de imagem, assim como realização de procedimentos hospitalares que antes da cirurgia seriam proibitivos, dadas as condições de saúde do paciente (ou seja, após redução substancial do peso e estabilização ou normalização de fatores de risco). Alguns estudos sugerem ampliação do período de elevação dos custos no período pós-operatório durante até 36 meses, entretanto, a maioria dos estudos apontam redução dos custos após 24 a 36 meses da cirurgia bariátrica.^{81-83,88,117,118,131}

Em termos de custos anuais para tratamento ou acompanhamento da DMT1 e DMT2, houve redução de US\$ 423.00 e US\$ 239.00, respectivamente, após realização da

cirurgia bariátrica. Ademais, a redução de comorbidades relacionadas à obesidade deve resultar em diminuição da necessidade de exames clínicos e uso de medicamentos, contribuindo para redução dos custos em saúde ao longo da vida do paciente.^{117,118,131} Os resultados corroboram evidências de Cremieux e cols.,¹²⁵ que apontaram economia de recursos mensais da ordem de US\$ 500.00 após um ano e meio da cirurgia bariátrica.

A maioria dos pacientes do estudo utilizava medicamentos para tratamento de pré-diabetes ou diabetes, triglicérides, colesterol, hipertensão e controle de peso. Os dados da tese apontaram redução no uso de medicamentos, assim como diminuição dos custos associados à utilização de medicamentos ($p < 0.001$), similarmente a outro estudo.¹²⁰ Considerando a dispensação de medicamentos no contexto do Sistema Único de Saúde, a redução do uso de medicamentos deve resultar em impacto orçamentário substancial no setor público.

Ademais, em vista da melhoria dos indicadores de saúde dos pacientes, em linha com outros estudos sobre efeitos em saúde da cirurgia bariátrica,^{53,19,26,42,73-75,80} é possível projetar uma tendência de continuidade na diminuição de uso de medicamentos e serviços de saúde emergenciais pelos pacientes submetidos à cirurgia bariátrica avaliados no presente estudo. Além disso, a redução do risco também resulta na diminuição da morbimortalidade e de dados relacionados com ausências ao trabalho, depressão e stress.^{56,109,116}

Em termos de avaliação econômica, foi estimada razão custo-efetividade e razão custo-efetividade incremental da cirurgia bariátrica, associando custos e desfechos em saúde dos pacientes. Identificou-se custo superior (\geq US\$ 500 e $<$ US\$ 1.500) para cada unidade de melhora de VLDL, HDL, insulina e glicemia em jejum, ponto de IMC; em comparação com menores custos ($<$ US\$ 500) para cada unidade de melhora de LDL, triglicérides, hemoglobina glicada, PAS, quilograma de peso corporal e colesterol total.

Embora sejam valores relativamente altos, considerando melhoria em vários indicadores de saúde simultaneamente, é possível considerar que constituem valores situados dentro de limiares aceitáveis de custo-efetividade da intervenção.

Boa parte dos países têm adotado padrões de avaliação de intervenções em saúde para auxílio na tomada de decisão sobre priorização dos serviços de saúde.²¹⁸ O estabelecimento de valor máximo (limiar) para razão custo-efetividade incremental (RCEI) tem sido alvo de estudos para determinação de intervenções viáveis para adoção em sistemas de saúde nacionais, considerando orçamentos de saúde e Produto Interno Bruto (PIB) dos países.

O conceito de “limiar” de custo-efetividade é representado por uma razão entre custo monetário (expresso em moeda nacional) em relação à medida de desfecho em saúde. O limiar de custo-efetividade mais citado tem sido baseado na publicação da Comissão de Macroeconomia e Saúde da OMS em 2001. A partir de abordagem baseada em demanda, que representa a disposição a pagar dos indivíduos para obter um acréscimo de um ano de vida saudável, sugere-se que sejam consideradas muito custo-efetivas intervenções que apresentem custo inferior a 1 PIB per capita do país por ano de vida ajustado por incapacidade evitado (DALY, *Disability Adjusted Life Year*), enquanto intervenções com custo até 3 PIB per capita sejam consideradas custo-efetivas e intervenções com valor superior não são consideradas custo-efetivas. Entretanto, estudos posteriores apontam falta de especificidade necessária dos dados para processos de tomada de decisão nos países, possivelmente resultando em tomadas de decisão equivocadas na alocação de recursos.^{227,229-231}

A partir da recomendação da Organização Mundial da Saúde (OMS) para adoção de limiar equivalente ao triplo do Produto Interno Bruto (PIB) per capita do país,²¹⁸ diversos debates foram conduzidos em vários países, resultando em recente retirada da

referida recomendação.^{219,222} Vários países desenvolvidos determinaram diferentes limiares: £ 20.000 a £ 30.000 por QALY no Reino Unido, US\$ 50.000 a US\$ 100.000 por QALY nos Estados Unidos da América e CAN\$ 20.000 a CAN\$ 100.000 por QALY no Canadá. No caso brasileiro, não há limiar de custo-efetividade estipulado,²¹⁹ embora existam demandas pela definição de parâmetro de custo-efetividade para utilização na análise de solicitações de incorporação de tecnologias no âmbito do Sistema Único de Saúde (SUS).²²²

O PIB per capita brasileiro em 2019 foi R\$ 35.161,70, equivalente a US\$ 6,796.84 (dados de 31 de dezembro de 2020).²³²⁻²³⁴ Assim, considerando critérios do limiar do triplo do valor do PIB per capita como limite para tomada de decisão na implementação de intervenções custo-efetivas, a cirurgia bariátrica apresenta valor inferior ao limiar (US\$ 20,390.52). Considerando a efetividade média da cirurgia bariátrica no presente estudo, o custo total por paciente representou 48,4% do limiar de custo-efetividade, caso seja considerado limiar proposto pela OMS, ou seja, a cirurgia bariátrica situa-se em um patamar de procedimento muito custo efetivo.

É importante considerar limitações do presente estudo, referentes aos dados utilizados na análise de custos e desfechos em saúde da cirurgia bariátrica. Em primeiro lugar, foram estimados custos referentes ao sistema do ICHC-FMUSP, em vista da falta de conexão entre sistemas de informação do sistema público de saúde brasileiro. Isso possivelmente resultou em subestimação dos custos em saúde por paciente identificados no estudo, assim, deve-se considerar que custos associados à obesidade são potencialmente superiores às estimativas apresentadas na tese. Entretanto, há maior tendência de subestimação dos custos pré-cirurgia bariátrica, assim, é possível que existam maiores diferenças nos custos entre período pré- e pós-cirúrgico em relação aos dados identificados no estudo.

Em segundo lugar, os custos pré- e pós-operatório da tese referem-se a pacientes que foram efetivamente acompanhados durante 24 meses depois da realização da cirurgia bariátrica, ou seja, foram excluídos pacientes sem seguimento no período de 24 meses. Assim, é possível que pacientes com alta médica após cirurgia bariátrica (ou seja, pacientes com melhores indicadores de saúde pós-cirurgia, dispensados de procedimentos em saúde adicionais) tenham sido excluídos da amostra do estudo. Consequentemente, os custos em saúde pós-cirurgia bariátrica possivelmente foram superestimados em relação aos custos reais de pacientes submetidos à cirurgia bariátrica cujo tempo de acompanhamento pós-cirúrgico tenha sido inferior a 24 meses. Isso representa um cenário mais favorável à cirurgia bariátrica do que identificado no presente estudo, ou seja, é importante considerar que resultados obtidos na tese, embora sejam altamente favoráveis à cirurgia bariátrica, ainda assim subestimam suas vantagens em termos de custos e desfechos em saúde.

Em terceiro lugar, pacientes que vieram a óbito durante lista de espera ou até 24 meses após a cirurgia, assim como pacientes com dados faltantes ou acompanhamento pré- e pós-cirurgia de curto prazo, foram excluídos do estudo, uma vez que sua inclusão impossibilitaria análise completa de dados em exames laboratoriais, peso, altura e pressão arterial. Assim, custos do ICHC referentes ao acompanhamento e à realização de cirurgias em pacientes que vieram a óbito, pacientes com dados incompletos ou pacientes com acompanhamento demasiadamente curto não foram considerados no estudo.

Entretanto, é importante destacar que foram adotadas medidas para minimização dos efeitos impostos pelas limitações do estudo, ao longo da análise conduzida na tese. As análises incluíram controle por características dos pacientes, incluindo uma amostra de indivíduos submetidos à cirurgia bariátrica em prazo igual ou superior a 24 meses,

tendo dados completos no sistema do ICHC desde inclusão na lista de espera da cirurgia bariátrica.

Assim, o presente estudo indicou vantagens da cirurgia bariátrica em termos de desfechos em saúde, particularmente na melhoria de resultados de exames laboratoriais, incluindo potencial para redução do risco de agravos em saúde decorrentes das principais DCNT relacionadas à obesidade. Isso aponta para potencial redução dos custos em saúde relacionados ao tratamento da obesidade e comorbidades no contexto do sistema público de saúde, em curto, médio e longo prazo, mesmo considerando custo substancial da cirurgia bariátrica no país.

O prolongado prazo de espera para cirurgia bariátrica identificado no estudo permitiu identificação de agravamento das condições de saúde do paciente relacionadas às DCNT vinculadas à obesidade, ocasionando aumento do risco para hospitalizações e mortalidade entre pacientes obesos candidatos à cirurgia bariátrica, assim como perdas produtivas da força de trabalho. A possibilidade de redução do tempo de espera para realização da cirurgia bariátrica, principalmente para indivíduos com maior risco cardiometabólico, potencialmente reverteria a tendência de agravamento dos marcadores de risco no paciente obeso, além de promover economia de recursos no contexto do sistema de saúde.

A metodologia utilizada no presente estudo constitui uma das principais características diferenciadoras desta tese, permitindo a condução de uma investigação robusta para identificação de tendências temporais de custos e desfechos em saúde em uma coorte de pacientes submetidos à cirurgia bariátrica, sendo instrumento útil para aplicação em outros estudos de intervenções em saúde no país.

Porém, uma das questões mais inquietantes percebidas neste estudo, e que se destaca pela sua importância é o limitado alcance do acesso à cirurgia bariátrica pela população necessitada por este tipo de procedimento.

Considerando que há estimativas de que cerca de um a cada 1.000 indivíduos com indicação cirúrgica sejam operados no mundo a cada ano, e que no Brasil, em 2019 (último ano em que não houve impacto da pandemia de SARS-COV-19, que limitou grandemente o acesso a todas as cirurgias eletivas) houve 68.530 procedimentos, somente apenas 0,5% da população de portadores de obesidade grave (aproximadamente 14 milhões de habitantes) com indicação de tratamento cirúrgico conseguem efetivamente o acesso à cirurgia bariátrica. Se considerarmos o universo de 41,2 milhões de pessoas com obesidade no Brasil em 2019 e que potencialmente sofreram agravos em sua condição de saúde, somente 16 em cada 10.000 pacientes com obesidade obtêm acesso à cirurgia bariátrica.¹³⁻¹⁸

O número de cirurgias bariátricas realizadas pelo SUS caiu em 69,9% em um ano, saindo de 12.568 em 2019, para 3.772 em 2020. Entre os anos de 2019 e 2021 foram realizadas 20.210 cirurgias bariátricas pelo SUS no país, sendo 12.568 procedimentos em 2019; 3.772 procedimentos em 2020 e 1935 procedimentos em 2021. A queda foi de 77% se comparado o ano de 2019 com o ano de 2021 e de 23% se comparado o ano de 2020 com o ano de 2021. O número de cirurgias bariátricas realizadas por planos de saúde, segundo os últimos dados da Agência Nacional de Saúde Suplementar (ANS) foram 52.699, em 2019 para 46.419 em 2020. Já em 2021 foram realizados 56.991 procedimentos pela ANS. A queda de 2019 para 2020 foi de 11,9%. Já entre as cirurgias particulares, pagas integralmente pelos pacientes, o número foi de 3.263 procedimentos no Brasil.

Este quadro, com aumento da população com obesidade e indicadores cirúrgicos, diminuição do número de cirurgias causada pela pandemia de COVID-19 e a restrição de leitos cirúrgicos, levou a um aumento da quantidade de indivíduos aguardando a cirurgia em listas de espera. Cerca de 5,2 mil pessoas aguardam na fila, em São Paulo, para realizar a cirurgia bariátrica pelo Sistema Único de Saúde (SUS). A informação foi divulgada pelo Secretário de Saúde do Estado, Jeancarlo Gorinchteyn, durante a cerimônia de abertura do XXI Congresso Brasileiro de Cirurgia Bariátrica e Metabólica.²²⁵

Diante dos dados até o momento disponíveis na literatura internacional, corroborados por este estudo, é possível vislumbrar que os benefícios da cirurgia são claros em um plano individual; porém, em termos de saúde pública, é deveras inquietante que apenas uma quantidade tão ínfima de indivíduos tenha acesso a este tipo de procedimento. Este estudo procurou mostrar que, na perspectiva em que esta tese foi concebida e desenvolvida, e pela perspectiva de qualquer outra fonte de provimento de saúde, seja ele companhias de seguro saúde, financiamento próprio (pagador particular) ou misto, é menos custoso a realização da cirurgia bariátrica do que arcar com os custos potencialmente elevados da manutenção do estado de sobrepeso ou obesidade sob qualquer horizonte temporal que seja tomado como referência.

Porém, este estudo mostra que, tomando-se como valor padrão, o custo médio e a permanência média de utilização do leito hospitalar obtido da cirurgia bariátrica no Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (US\$ 9,870.02, IC95% 9,642.70 - 10,097.34 e 20 dias de internação), multiplicado pelo universo de indivíduos com indicação cirúrgica (14 milhões de pacientes), seriam necessários 138 bilhões de dólares e 2,3 milhões de leitos hospitalares, para zerar o número de indivíduos com indicação para a cirurgia bariátrica em nosso país. Custo este que corresponde a 11,65% do PIB brasileiro (US\$ 1,608 trilhões), 16,5% do total do

orçamento do governo brasileiro (US\$ 836,2 bilhões), 3,8 vezes o total de recursos disponíveis no orçamento em saúde em nosso país (US\$ 1,89 bilhões ou 10,1 bilhões de reais) e 5,34 vezes o total do número de leitos hospitalares (426.388 leitos em 2021).

Este estudo aqui apresentado mostra também que, em um cenário hipotético da oferta da cirurgia bariátrica para toda a população elegível, imediatamente haveria melhora significativa de quase todos os principais marcadores de doenças crônicas não transmissíveis relacionadas com a obesidade e sobrepeso e, após um período variável entre dois a seis meses, haveria declínio dos custos a estes pacientes, com redução consistente e persistente pelo horizonte temporal maior ou além de 24 meses, levando a grande economia de recursos sob todas as perspectivas pagadoras.

Considerando-se a crescente epidemia de obesidade no mundo e no Brasil, assim como o acelerado crescimento dos custos médico-hospitalares, estes custos tendem a aumentar entre 10% a 15% a cada ano, levando a crescente necessidade de mais recursos financeiros e mais leitos hospitalares. A escolha por um determinado tratamento, invariavelmente leva a exclusão de outro tratamento, e às demandas de outra população que não será atendida, completamente ou em parte. Deveria ser uma decisão baseada em estudos nacionais, na formação de grupos de estudos multicêntricos e integrados, no estímulo em saúde e políticas públicas e na escassez de recursos.

6.2.6. Conclusão

A cirurgia bariátrica apresentou potencial para reversão de vários marcadores de risco para principais doenças crônicas não transmissíveis relacionadas à obesidade entre pacientes adultos com diagnóstico de obesidade. Ademais, diminui a tendência de elevação dos custos em saúde no âmbito do sistema público de saúde, proporcionando

perspectiva futura de economia de recursos em médio e longo prazos, especialmente a partir da redução da ocorrência de comorbidades associadas à obesidade e consequente diminuição dos fatores de risco em saúde.

7. REFERÊNCIAS

1. Monteiro CA, Cannon G, Moubarac J-C, Levy RB, Laura M, Louzada C, et al. The UN Decade of Nutrition, the NOVA food classification and the trouble with ultra-processing. *Public Health Nutr.* 2017;1–13.
2. World Health Organization. The challenge of obesity in the WHO European Region and the strategies for response. 2007.
3. Health Quality Ontario HQ. Bariatric surgery: an evidence-based analysis. *Ont Health Technol Assess Ser.* 2005;5:1–148.
4. World Health Organization. REPORT OF THE COMMISSION ON ENDING CHILDHOOD OBESITY. Geneva: World Health Organization; 2016.
5. World Health Organization. WHO. Obesity and overweight. Fact sheet N°311. World Health Organization. Geneva: World Health Organization; 2016.
6. The GBD 2015 Obesity Collaborators. Health Effects of Overweight and Obesity in 195 Countries over 25 Years. *N Engl J Med.* 2017;377:13–27.
7. Office of Health Economics. SHEDDING THE POUNDS - OBESITY MANAGEMENT, NICE GUIDANCE AND BARIATRIC SURGERY IN ENGLAND. London; 2010.
8. Finkelstein EA, Khavjou OA, Thompson H, Trogon JG, Pan L, Sherry B, et al. Obesity and Severe Obesity Forecasts Through 2030. *Am J Prev Med.* 2012;42:563–70.
9. WHO WHO. World Health Statistics 2021. 2021.
10. NCD Risk Factor collaboration. Trends in adult body-mass index in 200 countries from 1975 to 2014: a pooled analysis of 1698 population-based measurement studies with 19·2 million participants. *Lancet.* 2016;387:1377–96.
11. Ogden CL, Yanovski SZ, Carroll MD, Flegal KM. The Epidemiology of Obesity. *Gastroenterology.* 2007;132:2087–102.
12. Ogden CL, Carroll MD, Curtin LR, McDowell MA, Tabak CJ, Flegal KM, et al. Prevalence of Overweight and Obesity in the United States, 1999-2004. *JAMA.* 2006;295:1549–55.
13. Ng M, Fleming T, Robinson M, Thomson B, Graetz N, Margono C, et al. Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980-2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet (London, England).* 2014;384:766–81.

14. Sarti CFM, Sarti FM, Claro RM, Bandoni DH. Contribuições de estudos sobre demanda de alimentos à formulação de políticas públicas de nutrição. *Cad saúde pública*. 2011;27:639–47.
15. Vilma Maria JUNGES¹, Jarbas Marinho CAVALHEIRO², Eliana Franzoi FAM², Vera Elizabeth CLOSS¹, João Feliz MORAES³, and Maria Gabriela GOTTLIEB¹. Impact of Roux-en-Y Gastric Bypass Surgery (RYGB) on metabolic syndrome components and on the use of associated drugs in obese patients. *Arq em Gastroenterologia*.
16. Kelles SMB, Diniz M de FHS, Machado CJ, Barreto SM. Perfil de pacientes submetidos à cirurgia bariátrica, assistidos pelo Sistema Único de Saúde do Brasil: revisão sistemática. *Cad Saude Publica*. 2015;31:1587–601.
17. Maria Pacheco Santos L, Vasconcellos de Oliveira I, Rose Peters L, Lisboa Conde W. Trends in Morbid Obesity and in Bariatric Surgeries Covered by the Brazilian Public Health System. *Obes Surg*. 2010;20:943–8.
18. IBGE. Pesquisa Nacional de Saúde 2019 [Internet]. Pesquisa Nacional de Saúde. 2019 [cited 2022 Jan 18]. Available from: <https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/svs/inqueritos-de-saude/pesquisa-nacional-de-saude>
19. Minster RL, Hawley NL, Su C-T, Sun G, Kershaw EE, Cheng H, et al. A thrifty variant in CREBRF strongly influences body mass index in Samoans. *Nat Publ Gr*. 2016;1–9.
20. Haslam DW, James WPT. Obesity. *Lancet*. 2005;366:1197–209.
21. Yuba TY, Mori F, Ii S, Carlos A, Campino C. Evolution of the relative prices of food groups between 1939 and 2010 in the city of Sao Paulo, Southeastern Brazil. *Rev Saúde Pública*. 2013;47:549–59.
22. Reis CEG, Vasconcelos IAL, Barros JF de N. Policies on nutrition for controlling childhood obesity. *Rev Paul Pediatr*. 2011;29:625–33.
23. Ministério da Saúde. Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009 Antropometria e estado nutricional de crianças, adolescentes e adultos no Brasil. Brasília; 2010.
24. Wang LY, Denniston M, Lee S, Galuska D, Lowry R. Long-term Health and Economic Impact of Preventing and Reducing Overweight and Obesity in Adolescence. *J Adolesc Heal*. 2010;46:467–73.
25. Monteiro CA, Conde WL, Popkin BM. Income-specific trends in obesity in Brazil: 1975-2003. *Am J Public Health*. 2007;97:1808–12.
26. Borges MC, Louzada ML, Hérick De Sá T, Lavery AA, Parra DC, Fellegger Garzillo JM, et al. Artificially Sweetened Beverages and the Response to the Global Obesity Crisis. *PLOS Med*. 2017;14:1–9.

27. Levy RB, Claro RM, Bandoni DH, Mondini L, Monteiro CA. Disponibilidade de adição de açúcares no Brasil: distribuição, fontes alimentares e tendência temporal. *Rev Bras Epidemiol.* 2012;15:3–12.
28. Hu FB. Resolved: there is sufficient scientific evidence that decreasing sugar-sweetened beverage consumption will reduce the prevalence of obesity and obesity-related diseases. *Obes Rev.* 2013;14:606–19.
29. Imamura F, O'Connor L, Ye Z, Mursu J, Hayashino Y, Bhupathiraju SN, et al. Consumption of sugar sweetened beverages, artificially sweetened beverages, and fruit juice and incidence of type 2 diabetes: systematic review, meta-analysis, and estimation of population attributable fraction. *BMJ.* 2015;351.
30. de Ruyter JC, Olthof MR, Seidell JC, Katan MB. A Trial of Sugar-free or Sugar-Sweetened Beverages and Body Weight in Children. *N Engl J Med.* 2012;367:1397–406.
31. Suez J, Korem T, Zeevi D, Zilberman-Schapira G, Thaiss CA, Maza O, et al. Artificial sweeteners induce glucose intolerance by altering the gut microbiota. *Nature.* 2014;
32. de Oliveira Otto MC, Afshin A, Micha R, Khatibzadeh S, Fahimi S, Singh G, et al. The Impact of Dietary and Metabolic Risk Factors on Cardiovascular Diseases and Type 2 Diabetes Mortality in Brazil. *PLoS One.* 2016;11:1–22.
33. Gorgulho BM, Pot GK, Sarti FM, Marchioni DM. Main meal quality in Brazil and United Kingdom: Similarities and differences. *Appetite.* 2017;111:151–7.
34. Withrow D, Alter DA. The economic burden of obesity worldwide: a systematic review of the direct costs of obesity. *Obes Rev.* 2011;12:131–41.
35. Lessa de Oliveira M, Maria Pacheco Santos L, Nunes da Silva E. Direct Healthcare Cost of Obesity in Brazil: An Application of the Cost-of-Illness Method from the Perspective of the Public Health System in 2011. *PLoS One.* 2015;10:1–15.
36. Conde WL, Monteiro CA. Nutrition transition and double burden of undernutrition and excess of weight in Brazil 1–4. *Am J Clin Nutr.* 2014;100:1617–22.
37. 10,3 milhões de pessoas moram em domicílios com insegurança alimentar grave [Internet]. [cited 2022 Jan 18]. Available from: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/28903-10-3-milhoes-de-pessoas-moram-em-domicilios-com-inseguranca-alimentar-grave>
38. IBGE. Pesquisa de Orçamentos Familiares - Análise de consumo 2017-18. IBGE, editor. 2020;114.
39. POF 2017-2018: brasileiro ainda mantém dieta à base de arroz e feijão, mas consumo de frutas e legumes é abaixo do esperado [Internet]. [cited 2022 Jan 18]. Available from: [https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-](https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de)

- imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/28646-pof-2017-2018-brasileiro-ainda-mantem-dieta-a-base-de-arroz-e-feijao-mas-consumo-de-frutas-e-legumes-e-abaixo-do-esperado
40. POF 2017-2018: proporção de domicílios com segurança alimentar fica abaixo do resultado de 2004 [Internet]. [cited 2022 Jan 18]. Available from: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/28896-pof-2017-2018-proporcao-de-domicilios-com-seguranca-alimentar-fica-abaixo-do-resultado-de-2004>
 41. Presença do feijão nos domicílios brasileiros cai pela metade em 15 anos [Internet]. [cited 2022 Jan 18]. Available from: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/27301-presenca-do-feijao-nos-domicilios-brasileiros-cai-pela-metade-em-15-anos>
 42. Consumo de gorduras saturadas cai em dez anos, mas ingestão de açúcar e sal ainda é alta [Internet]. [cited 2022 Jan 18]. Available from: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/28647-consumo-de-gorduras-saturadas-cai-em-dez-anos-mas-ingestao-de-acucar-e-sal-ainda-e-alta>
 43. Ultraprocessados ganham espaço e somam 18,4% das calorias adquiridas em casa [Internet]. [cited 2022 Jan 18]. Available from: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/27300-ultraprocessados-ganham-espaco-e-somam-18-4-das-calorias-adquiridas-em-casa>
 44. Schroeter C, Lusk J, Tyner W. Determining the impact of food price and income changes on body weight. *J Health Econ.* 2008;27:45–68.
 45. Selassie M, Sinha AC. The epidemiology and aetiology of obesity: A global challenge. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* 2011;25:1–9.
 46. Richardson AS, Arsenault JE, Cates SC, Muth MK. Perceived stress, unhealthy eating behaviors, and severe obesity in low-income women. *Nutr J.* 2015;14:122.
 47. Barrington WE, Beresford SAA, McGregor BA, White E. Perceived Stress and Eating Behaviors by Sex, Obesity Status, and Stress Vulnerability: Findings from the Vitamins and Lifestyle (VITAL) Study. *J Acad Nutr Diet.* 2014;114:1791–9.
 48. De Vriendt T, Clays E, Huybrechts I, De Bourdeaudhuij I, Moreno LA, Patterson E, et al. European adolescents' level of perceived stress is inversely related to their diet quality: the Healthy Lifestyle in Europe by Nutrition in Adolescence study. *Br J Nutr.* 2012;108:371–80.
 49. Forhan M, Gill S V. Obesity, functional mobility and quality of life. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab.* 2013;27:129–37.
 50. Welbourn R, Pournaras D. Bariatric surgery: a cost-effective intervention for

- morbid obesity; functional and nutritional outcomes. *Proc Nutr Soc.* 2010;69:528–35.
51. Flemyng M d. 1764. A discourse on the nature, causes, and cure of corpulency. Illustrated by a remarkable case, read before the Royal Society, November 1757. And now first published, by Malcolm Flemyng, M.D: 2012.
 52. Dantas ACB, Santo MA, de Cleve R, Sallum RAA, Ceconello I. Influence of obesity and bariatric surgery on gastric cancer. *Cancer Biol Med.* 2016;13:269–76.
 53. Kaidar-Person O, Bar-Sela G, Person B. The Two Major Epidemics of the Twenty-First Century: Obesity and Cancer. *Obes Surg.* 2011;1792–7.
 54. Parekh N, Chandran U, Bandera E V. Obesity in cancer survival. *Annu Rev Nutr.* 2012;32:311–42.
 55. Finucane MM, Stevens GA, Cowan MJ, Danaei G, Lin JK, Paciorek CJ, et al. National, regional, and global trends in body-mass index since 1980: systematic analysis of health examination surveys and epidemiological studies with 960 country-years and 9.1 million participants. *Lancet (London, England).* 2011;377:557–67.
 56. Richards NG, Beekley AC, Tichansky DS. The Economic Costs of Obesity and the Impact of Bariatric Surgery. *Surg Clin North Am.* 2011;91:1173–80.
 57. De Luca M, Angrisani L, Himpens J, Busetto L, Scopinaro N, Weiner R, et al. Indications for Surgery for Obesity and Weight-Related Diseases: Position Statements from the International Federation for the Surgery of Obesity and Metabolic Disorders (IFSO) Final Recommendations. *Obes Surg.* 2016;26:1659–96.
 58. Brown A, Flint SW. Preferences and emotional response to weight-related terminology used by healthcare professionals to describe body weight in people living with overweight and obesity. *Clin Obes.* 2021;11:e12470.
 59. Puhl RM. What words should we use to talk about weight? A systematic review of quantitative and qualitative studies examining preferences for weight-related terminology. *Obes Rev.* 2020;21:e13008.
 60. O'Brien PE, Dixon JB. The extent of the problem of obesity. *Am J Surg.* 2002;184:S4–8.
 61. Ugenia E, Alle EC, Ichael M, Hun JT, Ennifer J, Etrelli MP, et al. BODY-MASS INDEX AND MORTALITY IN A PROSPECTIVE COHORT OF U.S. ADULTS Background Body-mass index (the weight in kilo. *New Engl J Med* © Copyr ight. 1097;341:1097–105.
 62. Berrington de Gonzalez A, Hartge P, Cerhan JR, Flint AJ, Hannan L, MacInnis RJ, et al. Body-Mass Index and Mortality among 1.46 Million White Adults. *N Engl J Med.* 2010;363:2211–9.

63. Nguyen T, Lau DCW. The Obesity Epidemic and Its Impact on Hypertension. *Can J Cardiol.* 2012;28:326–33.
64. Turati F, Tramacere I, La Vecchia C, Negri E. A meta-analysis of body mass index and esophageal and gastric cardia adenocarcinoma. *Ann Oncol.* 2012;24:609–17.
65. Nguyen DM, El-Serag HB. The big burden of obesity. *Gastrointest Endosc.* 2009;70:752–7.
66. Wang F, McDonald T, Bender J, Reffitt B, Miller A, Edington DW. Association of Healthcare Costs With Per Unit Body Mass Index Increase. *J Occup Environ Med.* 2006;48:668–74.
67. Schaan Casagrande D, Dornelles Rosa D, Umpierre D, Aguiar Sarmiento R, Garcia Rodrigues C, Schaan BD. Incidence of Cancer Following Bariatric Surgery: Systematic Review and Meta-analysis. *Obes Rev.* 2014;
68. Sach T, Barton G, Doherty M, Muir K, Jenkinson C, Avery A. The relationship between body mass index and health-related quality of life: comparing the EQ-5D, EuroQol VAS and SF-6D. *Int J Obes.* 2007;31:189–96.
69. Sowemimo OA, Yood SM, Courtney J, Moore J, Huang M, Ross R, et al. Natural history of morbid obesity without surgical intervention. *Surg Obes Relat Dis.* 2007;3:73–7.
70. Lotufo PA. Increasing Obesity in Brazil: Predicting a New Peak of Cardiovascular Mortality. *Sao Paulo Med J.* 2000;118:161–2.
71. Gillman MW, Ludwig DS. How Early Should Obesity Prevention Start? *N Engl J Med.* 2013;369:23.
72. Verçoza Viana L, Pedroso De Paula T, Leitão CB, Azevedo MJ. Fatores determinantes de perda de peso em adultos submetidos a intervenções dietoterápicas Determinant factors associated with weight loss in adults on diet interventions.
73. Pfisterer J, Rausch C, Wohlfarth D, Bachert P, Jekauc D, Wunsch K. Effectiveness of Physical-Activity-Based Interventions Targeting Overweight and Obesity among University Students-A Systematic Review. *J Environ Res Public Heal.* 2022;19.
74. Buchwald H, Oien DM. Metabolic/Bariatric Surgery Worldwide 2011. *Obes Surg.* 2013;427–36.
75. Campbell J, McGarry LA, Shikora SA, Hale BC, Lee JT, Weinstein MC. Cost-effectiveness of laparoscopic gastric banding and bypass for morbid obesity. *Am J Manag Care.* 2010;16:e174-87.
76. Finkelstein EA, Strombotne KL, Zhen C, Epstein LH. Food prices and obesity: a review. *Adv Nutr.* 2014;5:818–21.

77. Laiteerapong N, Huang ES. The public health implications of the cost-effectiveness of bariatric surgery for diabetes. *Diabetes Care*. 2010;33:2126–8.
78. Sjöström L, Narbro K, Sjöström CD, Karason K, Larsson B, Wedel H, et al. Effects of Bariatric Surgery on Mortality in Swedish Obese Subjects. *N Engl J Med*. 2007;357:741–52.
79. Neff KJ, Ling Chuah L, Aasheim ET, Jackson S, Dubb SS, Radhakrishnan ST, et al. Beyond Weight Loss: Evaluating the Multiple Benefits of Bariatric Surgery After Roux-en-Y Gastric Bypass and Adjustable Gastric Band. *OBES SURG*. 2014;24:684–91.
80. Prospective Studies Collaboration PS, Whitlock G, Lewington S, Sherliker P, Clarke R, Emberson J, et al. Body-mass index and cause-specific mortality in 900 000 adults: collaborative analyses of 57 prospective studies. *Lancet (London, England)*. 2009;373:1083–96.
81. Sjöström L, Lindroos A-K, Peltonen M, Torgerson J, Bouchard C, Carlsson B, et al. Lifestyle, Diabetes, and Cardiovascular Risk Factors 10 Years after Bariatric Surgery From the Departments of Body Composition and Metabolism. *N Engl J Med*. 2004;351:2683–93.
82. John J, Wolfenstetter SB, Wenig CM. An economic perspective on childhood obesity: Recent findings on cost of illness and cost effectiveness of interventions. *Nutrition*. 2012;28:829–39.
83. Bairdain S, Samnaliev M. Cost-effectiveness of Adolescent Bariatric Surgery. *Cureus*. 2015;7:e248.
84. Ackroyd R, Mouiel J, Chevallier J-M, Daoud F. Cost-Effectiveness and Budget Impact of Obesity Surgery in Patients With Type-2 Diabetes in Three European Countries. *Obes Surg*. 2006;16:1488–503.
85. McEwen LN, Coelho RB, Baumann LM, Bilik D, Nota-Kirby B, Herman WH. The Cost, Quality of Life Impact, and Cost–Utility of Bariatric Surgery in a Managed Care Population. *Obes Surg*. 2010;20:919–28.
86. Lakoff JM, Ellsmere J, Ransom T. Cause of death in patients awaiting bariatric surgery. *Can J Surg*. 2015;58:15–8.
87. Ashrafian H, Darzi A, Fmedsci K, Athanasiou T. Bariatric surgery -can we afford to do it or deny doing it? *Frontline Gastroenterol*. 2011;2:82–9.
88. Sussenbach SP, Padoin A V., Silva EN, Benzano D, Pufal MA, Barhouch AS, et al. Economic Benefits of Bariatric Surgery. *Obes Surg*. 2012;22:266–70.
89. Kennedy AL, Nelson T, Pettine S, Miller BF, Hamilton KL, Donovan EL. Medication use following bariatric surgery: factors associated with early discontinuation. *Obes Surg*. 2014;24:696–704.

90. Dillon C, Peddle J, Twells L, Lester K, Midodzi W, Manning K, et al. Rapid Reduction in Use of Antidiabetic Medication after Laparoscopic Sleeve Gastrectomy: The Newfoundland and Labrador Bariatric Surgery Cohort (BaSCo) Study. *Can J Hosp Pharm.* 2015;68:113–20.
91. Pontiroli AE, Morabito A. Long-term prevention of mortality in morbid obesity through bariatric surgery. a systematic review and meta-analysis of trials performed with gastric banding and gastric bypass. *Ann Surg.* 2011;253:484–7.
92. Wu T, Wong SKH, Law BTT, Grieve E, Wu O, Tong DKH, et al. Five-year effectiveness of bariatric surgery on disease remission, weight loss, and changes of metabolic parameters in obese patients with type 2 diabetes: A population-based propensity score-matched cohort study. *Diabetes Metab Res Rev.* 2020;36:e3236.
93. Buchwald H, Avidor Y, Braunwald E, Jensen MD, Pories W, Fahrback K, et al. Bariatric surgery: A systematic review and meta-analysis. Vol. 292, *Journal of the American Medical Association.* American Medical Association; 2004. p. 1724–37.
94. CHAIM EA, PAREJA JC, GESTIC MA, UTRINI MP, CAZZO E, CHAIM EA, et al. Preoperative multidisciplinary program for bariatric surgery: a proposal for the Brazilian Public Health System. *Arq Gastroenterol.* 2016;54:70–4.
95. Christou N V., Look D, MacLean LD. Weight Gain After Short- and Long-Limb Gastric Bypass in Patients Followed for Longer Than 10 Years. *Ann Surg.* 2006;244:734.
96. Finkelstein EA, Ruhm CJ, Kosa KM. ECONOMIC CAUSES AND CONSEQUENCES OF OBESITY. *Annu Rev Public Heal.* 2005;26:239–57.
97. Lobstein T. Prevalence and costs of obesity. *Medicine (Baltimore).* 2011;39:11–3.
98. David Thompson, Anne M. Wolf. The medical-care cost burden of obesity. *Obes Rev.* 2001;2:189–97.
99. COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES. IMPACT ASSESSMENT REPORT - A Strategy for Europe on Nutrition, Overweight and Obesity related health issues. Brussels; 2007.
100. Finkelstein EA, Trogdon JG, Cohen JW, Dietz W. Annual Medical Spending Attributable To Obesity: Payer-And Service-Specific Estimates. *Health Aff.* 2009;28:w822–31.
101. King D. The future challenge of obesity. Vol. 378, *The Lancet.* 2011. p. 743–4.
102. McCombie L, Tigbe W. Cost-effectiveness of obesity treatment. *Medicine (Baltimore).* 2011;39:14–7.
103. Bhattacharya J, Bundorf MK. The incidence of the healthcare costs of obesity. *J Health Econ.* 2009;28:649–58.

104. Bahia L, Coutinho ESF, Barufaldi LA, Abreu G de A, Malhão TA, de Souza CPR, et al. The costs of overweight and obesity-related diseases in the Brazilian public health system: cross-sectional study. *BMC Public Health*. 2012;12:440.
105. Arterburn D, Maciejewski M, Tsevat J. Impact of morbid obesity on medical expenditures in adults. *Int J Obes*. 2005;29:334–9.
106. Wang YC, Mcpherson K, Marsh T, Gortmaker SL, Brown M, Wang C, et al. Health and economic burden of the projected obesity trends in the USA and the UK. *Lancet*. 2011;378:815–25.
107. Thow AM, Downs S, Jan S, Office CB, Assembly UNG, Mytton O, et al. A systematic review of the effectiveness of food taxes and subsidies to improve diets: understanding the recent evidence. *Nutr Rev*. 2014;72:551–65.
108. Andreyeva T, Sturm R, Ringel JS. Moderate and Severe Obesity Have Large Differences in Health Care Costs. *Obes Res*. 2004;12:1936–43.
109. Cawley J, Meyerhoefer C. The medical care costs of obesity: An instrumental variables approach. *J Health Econ*. 2012;31:219–30.
110. Warren JA, Ewing JA, Hale AL, Blackhurst DW, Bour ES, Scott JD. Cost-effectiveness of Bariatric Surgery: Increasing the Economic Viability of the Most Effective Treatment for Type II Diabetes Mellitus. *Am Surg*. 2015;81:807–11.
111. Tsai AG, Williamson DF, Glick HA. Direct medical cost of overweight and obesity in the USA: a quantitative systematic review. *Obes Rev*. 2011;12:50–61.
112. Sichieri CR, São R, Xavier F, Andar O, Bloco E, Sichieri R, et al. The burden of hospitalization due to overweight and obesity in Brazil. *Cad saúde pública*. 2007;23:1721–7.
113. Sturm R. The effects of obesity, smoking, and drinking on medical problems and costs. *Health Aff (Millwood)*. 2002;21:245–53.
114. Livingston EH, Ko CY. Socioeconomic characteristics of the population eligible for obesity surgery. *Surgery*. 2004;135:288–96.
115. Yu AP, Wu EQ, Birnbaum HG, Emani S, Fay M, Pohl G, et al. Short-term economic impact of body weight change among patients with type 2 diabetes treated with antidiabetic agents: analysis using claims, laboratory, and medical record data. *Curr Med Res Opin*. 2007;23:2157–69.
116. Sánchez-Santos R, Sabench Pereferrer F, Estévez Fernandez S, del Castillo Dejaridin D, Vilarrasa N, Frutos Bernal D, et al. Is the Morbid Obesity Surgery Profitable in Times of Crisis? A Cost-benefit Analysis of Bariatric Surgery. *Cirugía Española (English Ed)*. 2013;91:476–84.
117. Yee M, Leung M, Carlsson NP, Colditz GA, Chang S-H. The Burden of Obesity on Diabetes in the United States: Medical Expenditure Panel Survey, 2008 to 2012.

- Value Heal. 2017;20:77–84.
118. Aagren M, Luo W. Association between glycemic control and short-term healthcare costs among commercially insured diabetes patients in the United States. *J Med Econ.* 2011;14:108–14.
 119. Makary MA, Clark JM, Shore AD, Magnuson TH, Richards T, Bass EB, et al. Medication Utilization and Annual Health Care Costs in Patients With Type 2 Diabetes Mellitus Before and After Bariatric Surgery. *Arch Surg.* 2010;145:726.
 120. Potteiger CE, Paragi PR, Inverso NA, Still C, Reed MJ, Strodel W, et al. Bariatric Surgery: Shedding the Monetary Weight of Prescription Costs in the Managed Care Arena. *Obes Surg.* 2004;14:725–30.
 121. L. Lamar Snow, MD; L. Steve Weinstein, MD; Jeffrey K. Hannon M, Daniel R. Lane, MD; Forrest G. Ringold MD; Peggy A. Hansen M, Michael D. Pointer P-C. The Effect of Roux-en-Y Gastric Bypass on Prescription Drug Costs. *Obes Surg.* 2004;14:1031–5.
 122. Wang BCM, Furnback W. Modelling the long-term outcomes of bariatric surgery: A review of cost-effectiveness studies. *Best Pract Res Clin Gastroenterol.* 2013;27:987–95.
 123. Craig BM, Tseng DS. Cost-effectiveness of gastric bypass for severe obesity. *Am J Med.* 2002;113:491–8.
 124. Himpens J, Ramos A, Welbourn R, Dixon J, Frçp F, Kinsman ER, et al. The IFSO Global Registry IFSO Global Registry Report 2018.
 125. Cremieux P-Y, Buchwald H, Shikora SA, Ghosh A, Yang HE, Buessing M. A study on the economic impact of bariatric surgery. *Am J Manag Care.* 2008;14:589–96.
 126. Tonatto-Filho AJ, Gallotti FM, Fernandes Chedid M, De Jesus T, Grezzana-Filho M, Stapasolla AM, et al. CIRURGIA BARIÁTRICA NO SISTEMA PÚBLICO DE SAÚDE BRASILEIRO: O BOM, O MAU E O FEIO, OU UM LONGO CAMINHO A PERCORRER. SINAL AMARELO! *ABCD Arq Bras Cir Dig.* 2019;32:1470.
 127. Picot J, Jones J, Colquitt JL, Gospodarevskaya E, Loveman E, Baxter L, et al. The clinical effectiveness and cost-effectiveness of bariatric (weight loss) surgery for obesity: a systematic review and economic evaluation. *Health Technol Assess (Rockv).* 2009;13:1–190, 215–357, iii–iv.
 128. Clegg A, Colquitt J, Sidhu M, Royle P, Walker A. Clinical and cost effectiveness of surgery for morbid obesity: a systematic review and economic evaluation. *Int J Obes.* 2003;27:1167–77.
 129. Borisenko O, Adam D, Funch-Jensen P, Ahmed AR, Zhang R, Colpan Z, et al. Bariatric Surgery can Lead to Net Cost Savings to Health Care Systems: Results

- from a Comprehensive European Decision Analytic Model. *Obes Surg.* 2015;25:1559–68.
130. Gulliford MC, Charlton J, Prevost T, Booth H, Fildes A, Ashworth M, et al. Costs and Outcomes of Increasing Access to Bariatric Surgery: Cohort Study and Cost-Effectiveness Analysis Using Electronic Health Records. *Value Heal.* 2017;20:85–92.
 131. Bazuin I, Pouwels S, Houterman S, Nienhuijs SW, Smulders JF, Boer AK. Improved and more effective algorithms to screen for nutrient deficiencies after bariatric surgery. *Eur J Clin Nutr.* 2017;71:198–202.
 132. McCrone PR. *Understanding Health Economics: A Guide for Health Care Decision Makers.* Kogan Page; 1998. (Healthcare management series).
 133. Ministério Da Saúde e OPAS - Organização Pan-Americana de Saúde. *Introdução a gestão de custos em saúde.* 1a. Edição. Departamento de Economia da Saúde I e D, Gonçalves MA, Alemão MM, editors. Brasília: Editora MS; 2013.
 134. Morgan D. Focus on Health Spending-2015 [Internet]. *OECD Health Statistics 2015.* 2015 [cited 2015 Dec 31]. Available from: www.oecd.org/health/health-data.htm
 135. OECD. *OECD work on health* [Internet]. 2015 [cited 2015 Dec 31]. p. 36. Available from: <http://www.oecd.org/health/Health-Brochure.pdf>
 136. Drummond MF, Sculpher MJ, Torrance GW, O'Brien BJ, Stoddart GL. *Methods for the economic evaluation of health care programmes, second edition.* By Oxford: Oxford University Press, 1997. Vol. 2, *The journal of mental health policy and economics.* 1999. 43 p.
 137. Salem L, Devlin A, Sullivan SD, Flum DR. A Cost-effectiveness Analysis of Laparoscopic Gastric Bypass, Adjustable Gastric Banding and Non-Surgical Weight Loss Interventions. *Surg Obes Relat Dis.* 2008;4:26–32.
 138. Hoerger TJ, Zhang P, Segel JE, Kahn HS, Barker LE, Couper S. Cost-effectiveness of bariatric surgery for severely obese adults with diabetes. *Diabetes Care.* 2010;33:1933–9.
 139. Drummond MF, Stoddart GI, Torrance GW. *Methods for the Economic Evaluation of Health Care Programmes - 4th edition.* 4th ed. Vol. 4, *International Journal of Technology Assessment in Health Care.* Oxford University Press; 2015. 464 p.
 140. Medici AC, Piola SF, Vianna SM, Aplicada I de PE. *Economia da Saúde: conceito e contribuição para a gestão da Saúde.* Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada; 2002.
 141. Guirguis J, Chhatwal J, Dasarathy J, Rivas J, McMichael D, Nagy LE, et al. Clinical Impact of Alcohol-Related Cirrhosis in the Next Decade: Estimates Based on Current Epidemiological Trends in the United States. *Alcohol Clin Exp Res.*

- 2015;39:2085–94.
142. Campolina AG, Bortoluzzo AB, Ferraz MB, Ciconelli RM. Validation of the Brazilian version of the generic six-dimensional short form quality of life questionnaire (SF-6D Brazil). *Cien Saude Colet*. 2011;16:3103–10.
 143. Gerdtham U-G, Jönsson B. Chapter 1 International comparisons of health expenditure: Theory, data and econometric analysis. *Handb Heal Econ*. 2000;1:11–53.
 144. Sullivan SD, Mauskopf JA, Augustovski F, Caro JJ, Lee KM, Minchin M, et al. Budget Impact Analysis—Principles of Good Practice: Report of the ISPOR 2012 Budget Impact Analysis Good Practice II Task Force. *Value Heal*. 2014;17:5–14.
 145. DIRETRIZES METODOLÓGICAS.
 146. OPAS OMS | Relatório Anual do Diretor 2016 [Internet]. [cited 2021 Jul 21]. Available from: <https://www.paho.org/annual-report-2016/Portugues.html>
 147. Paola Zucchi e Marcos Bisi Ferraz. *Economia e Gestão em Saúde - Guias de medicina ambulatoria e hospitalar da UNIFESP - EPM*. São Paulo: Manole; 2010.
 148. Charles JM, Edwards RT, Bywater T, Hutchings J. Micro-Costing in Public Health Economics: Steps Towards a Standardized Framework, Using the Incredible Years Toddler Parenting Program as a Worked Example. *Prev Sci*. 2013;377–89.
 149. Tan SS, Rutten AFFH, Van Ineveld ABM, Redekop AWK, Hakkaart-Van Roijen AL. Comparing methodologies for the cost estimation of hospital services. *Eur J Heal Econ*. 2009;10:39–45.
 150. Clement (Nee Shrive) FM, Ghali WA, Donaldson C, Manns BJ. The impact of using different costing methods on the results of an economic evaluation of cardiac care: microcosting vs gross-costing approaches. *Health Econ*. 2009;18:377–88.
 151. Tan SS, Hakkaart-van Roijen L, Al MJ, Bouwmans CA, Hoogendoorn ME, Spronk PE, et al. A microcosting study of intensive care unit stay in the Netherlands. *J Intensive Care Med*. 2008;23:250–7.
 152. Ruger JP, Reiff M. A Checklist for the Conduct, Reporting, and Appraisal of Microcosting Studies in Health Care: Protocol Development. *JMIR Res Protoc*. 2016;5:e195.
 153. Swan Tan S, Bakker J, Hoogendoorn ME, Kapila A, Martin J, Pezzi A, et al. Direct Cost Analysis of Intensive Care Unit Stay in Four European Countries: Applying a Standardized Costing Methodology. *Value Heal*. 2012;81–6.
 154. Johnston K, Buxton M, Jones D, Fitzpatrick R. Assessing the costs of healthcare technologies in clinical trials HTA Health Technology Assessment NHS R&D HTA Programme. *Health Technol Assess (Rockv)*. 1999;3.

155. Drummond MF. *Methods for the Economic Evaluation of Health Care Programmes*, M. F. Drummond, G. L. Stoddard, and G. W. Torrance. Oxford: Oxford University Press, 1987, 182 pp., \$29.50. *Int J Technol Assess Health Care*. 1988;4:643.
156. Drummond MF, Sculpher MJ, Torrance GW, O'Brien BJ, Stoddart GL. *Critical Assessment of Economic Evaluation*. In: *Method for the Economic Evaluation of Health Care Programmes*. Oxford University Press; 2005. p. 27–53.
157. Wordsworth S, Ludbrook A, Caskey F, Macleod A. Collecting unit cost data in multicentre studies. *Eur J Heal Econ*. 2005;6:38–44.
158. Xu X, Grossetta Nardini HK, Prah Ruger J. Micro-costing studies in the health and medical literature: protocol for a systematic review. *Syst Rev*. 2014;3:1–7.
159. Rutten F, Bleichrodt H, Brouwer W, Koopmanschap M, Schut E. *Handbook of Health Economics*. *J Health Econ*. 2001;20:855–79.
160. Gold M. Panel on Cost-Effectiveness in Health and Medicine. *Med CARE Med Care*. 1996;34(34):197–9.
161. Kinsella S. Ten Lessons for Micro Costing in Health Economics.
162. Browner WS, Cummings SR, Hulley SB, Grady D, Newman TB. *Delineando A Pesquisa Clinica*. ARTMED; 2014.
163. NICE. National Institute for Health and Care Excellence (NICE). 2014;1–6.
164. Moher D, Schulz KF, Simera I, Altman DG. Guidelines and Guidance Guidance for Developers of Health Research Reporting Guidelines. *Guidel Guid*. 2010;7:1–9.
165. Turri JAO, Visconti JYK, Sarti FM. Cost-effectiveness of bariatric surgery and the treatment of related chronic diseases compared to non-surgery [Internet]. PROSPERO International prospective register of systematic reviews. 2018 [cited 2018 Dec 7]. Available from: https://www.crd.york.ac.uk/prospero/display_record.php?RecordID=106018
166. de Paiva Haddad LB, Decimoni TC, Turri JAO, Leandro R, Soarez PC de. Economic evaluations in gastroenterology in Brazil: A systematic review. *World J Gastrointest Pharmacol Ther*. 2016;7:162.
167. Cummings DE, Cohen R V. Beyond BMI: the need for new guidelines governing the use of bariatric and metabolic surgery. *lancet Diabetes Endocrinol*. 2014;2:175–81.
168. Matthews A, Herrett E, Gasparrini A, Van Staa T, Goldacre B, Smeeth L, et al. Impact of statin related media coverage on use of statins: Interrupted time series analysis with UK primary care data. *BMJ*. 2016;353.

169. Bernal JL, Cummins S, Gasparrini A. Interrupted time series regression for the evaluation of public health interventions: A tutorial. *Int J Epidemiol*. 2017;46:348–55.
170. Linden A, Arbor A. Conducting interrupted time-series analysis for single-and multiple-group comparisons. Vol. 15, *The Stata Journal*. 2015.
171. Linden A, Yarnold PR. Using machine learning to evaluate treatment effects in multiple-group interrupted time series analysis. *J Eval Clin Pract*. 2018;24:740–4.
172. Padwal R, Klarenbach S, Wiebe N, Hazel M, Birch D, Karmali S, et al. Bariatric surgery: a systematic review of the clinical and economic evidence. *J Gen Intern Med*. 2011;26:1183–94.
173. Terranova L, Busetto L, Vestri A, Zappa MA. Bariatric Surgery: Cost-Effectiveness and Budget Impact. *Obes Surg*. 2012;22:646–53.
174. Klein S, Ghosh A, Cremieux PY, Eapen S, McGavock TJ. Economic impact of the clinical benefits of bariatric surgery in diabetes patients with BMI ≥ 35 kg/m². *Obesity (Silver Spring)*. 2011;19:581–7.
175. Karim MA, Clifton E, Ahmed J, Mackay GW, Ali A. Economic evaluation of bariatric surgery to combat morbid obesity: A study from the West of Scotland. *Asian J Endosc Surg*. 2013;6:197–202.
176. Powers KA, Rehrig ST, Jones DB. Financial Impact of Obesity and Bariatric Surgery. *Med Clin North Am*. 2007;91:321–38.
177. Chang S-H, Stoll CRT, Colditz GA. Cost-effectiveness of bariatric surgery: Should it be universally available? *Maturitas*. 2011;69:230–8.
178. Zhou X, Yu J, Li L, Gloy VL, Nordmann A, Tiboni M, et al. Effects of Bariatric Surgery on Mortality, Cardiovascular Events, and Cancer Outcomes in Obese Patients: Systematic Review and Meta-analysis. *Obes Surg*. 2016;26:2590–601.
179. BUENO DR, MARUCCI M de FN, GOUVEIA LA, DUARTE YA de O, LEBRÃO ML, BUENO DR, et al. Abdominal obesity and healthcare costs related to hypertension and diabetes in older adults. *Rev Nutr*. 2017;30:209–18.
180. Keating CL, Dixon JB, Moodie ML, Peeters A, Playfair J, O'Brien PE. Cost-efficacy of surgically induced weight loss for the management of type 2 diabetes: a randomized controlled trial. *Diabetes Care*. 2009;32:580–4.
181. Keating CL, Neovius M, Sjöholm K, Peltonen M, Narbro K, Eriksson JK, et al. Healthcare Utilization and Costs in Severely Obese Subjects Before Bariatric Surgery. *Obesity*. 2012;20:2412–9.
182. Miott MS, Koike MK, Miott MS, Koike MK. Bariatric surgery. Analysis of hospital admissions for obesity in the Brazilian Public Health System (SUS) in Sao Paulo. *Acta Cir Bras*. 2014;29:759–64.

183. Bruschi Kelles SM, Machado CJ, Barreto SM. BEFORE-AND-AFTER STUDY: DOES BARIATRIC SURGERY REDUCE HEALTHCARE UTILIZATION AND RELATED COSTS AMONG OPERATED PATIENTS? *Int J Technol Assess Health Care*. 2015;31:407–13.
184. Süssenbach, Samanta Pereira ; Mottin CC. Cirurgia bariátrica por laparoscopia: implicações econômicas para o Sistema Único de Saúde. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul; 2015.
185. Clegg A, Colquitt J, Sidhu M, Royle P, Walker A. Clinical and cost effectiveness of surgery for morbid obesity: a systematic review and economic evaluation. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2003;27:1167–77.
186. Borisenko O, Colpan Z, Dillemans B, Funch-Jensen P, Hedenbro J, Ahmed AR. Clinical Indications, Utilization, and Funding of Bariatric Surgery in Europe. *Obes Surg*. 2015;25:1408–16.
187. Ojo P, Valin E. Cost-Effective Restrictive Bariatric Surgery: Laparoscopic Vertical Banded Gastroplasty Versus Laparoscopic Adjustable Gastric Band. *Obes Surg*. 2009;19:1536–41.
188. Salem L, Devlin A, Sullivan SD, Flum DR. Cost-effectiveness analysis of laparoscopic gastric bypass, adjustable gastric banding, and nonoperative weight loss interventions. *Surg Obes Relat Dis*. 2008;4:26–32.
189. Anselmino M, Bammer T, Fernández Cebrián JM, Daoud F, Romagnoli G, Torres A. Cost-effectiveness and Budget Impact of Obesity Surgery in Patients with Type 2 Diabetes in Three European Countries(II). *Obes Surg*. 2009;19:1542–9.
190. Tang Q, Sun Z, Zhang N, Xu G, Song P, Xu L, et al. Cost-Effectiveness of Bariatric Surgery for Type 2 Diabetes Mellitus: A Randomized Controlled Trial in China. *Medicine (Baltimore)*. 2016;95:e3522.
191. Klebanoff MJ, Chhatwal J, Nudel JD, Corey KE, Kaplan LM, Hur C. Cost-effectiveness of Bariatric Surgery in Adolescents With Obesity. *JAMA Surg*. 2017;152:136.
192. Maciejewski ML, Arterburn DE. Cost-effectiveness of bariatric surgery. *JAMA*. 2013;310:742–3.
193. Sayeed Ikramuddin, MD; C. David Klingman, PhD; Therese Swan B, and Michael E. Minshall M, Sayeed Ikramuddin M, C. David Klingman P, Therese Swan B, Michael E. Minshall M, et al. Cost-Effectiveness of Roux-en-Y Gastric Bypass in Type 2 Diabetes Patients. *Am J Manag Care*. 2009;15:607–15.
194. Kelles SMB, Barreto SM, Guerra HL. Costs and usage of healthcare services before and after open bariatric surgery. *Sao Paulo Med J*. 2011;129:291–9.
195. Salgado Júnior W, Pitanga KC, Santos JS dos, Sankarankutty AK, Silva Jr O de C e, Ceneviva R. Costs of bariatric surgery in a teaching hospital and the financing

- provided by the Public Unified Health System. *Acta Cir Bras.* 2010;25:201–5.
196. James R, Salton RI, Byrnes JM, Scuffham PA. Cost-utility analysis for bariatric surgery compared with usual care for the treatment of obesity in Australia. *Surg Obes Relat Dis.* 2017;13:2012–20.
 197. Castilla I, Mar J, Valcárcel-Nazco C, Arrospide A, Ramos-Goñi JM. Cost–Utility Analysis of Gastric Bypass for Severely Obese Patients in Spain. *Obes Surg.* 2014;24:2061–8.
 198. S. Maklin¹, A. Malmivaara², M. Linna², M. Victorzon⁴ VK and HS. Cost–utility of bariatric surgery for morbid obesity in Finland. *Br J Surg.* 2011;98:1422–9.
 199. Campbell JA, Venn A, Neil A, Hensher M, Sharman M, Palmer AJ. Diverse approaches to the health economic evaluation of bariatric surgery: a comprehensive systematic review. *Obes Rev.* 2016;17:850–94.
 200. Faria GR, Preto JR, Costa-Maia J. Gastric Bypass is a Cost-Saving Procedure: Results from a Comprehensive Markov Model. *Obes Surg.* 2013;23:460–6.
 201. Neovius M, Narbro K, Keating C, Peltonen M, Sjöholm K, Ågren G, et al. Health Care Use During 20 Years Following Bariatric Surgery. *JAMA.* 2012;308:1132.
 202. Livingston EH. Hospital costs associated with bariatric procedures in the United States. *Am J Surg.* 2005;190:816–20.
 203. Czernichow S, Moszkowicz D, Szwarcensztein K, Emery C, Lafuma A, Gourmelen J, et al. Impact of Bariatric Surgery on the Medical Management and Costs of Obese Patients in France: an Analysis of a National Representative Claims Database. *Obes Surg.* 2015;25:986–96.
 204. Lopes EC, Heineck I, Athaydes G, Meinhardt NG, Souto KEP, Stein AT. Is Bariatric Surgery Effective in Reducing Comorbidities and Drug Costs? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Obes Surg.* 2015;25:1741–9.
 205. Nguyen NT, Goldman C, Rosenquist CJ, Arango A, Cole CJ, Lee SJ, et al. Laparoscopic versus open gastric bypass: a randomized study of outcomes, quality of life, and costs. *Ann Surg.* 2001;234:279–89; discussion 289-91.
 206. Shah N, Greenberg JA, Levenson G, Funk LM. Predictors of high cost after bariatric surgery: A single institution review. *Surgery.* 2016;160:877–84.
 207. Lee YY, Veerman JL, Barendregt JJ. The cost-effectiveness of laparoscopic adjustable gastric banding in the morbidly obese adult population of Australia. L. Feenstra T, editor. *PLoS One.* 2013;8:e64965.
 208. Picot J, Jones J, Colquitt JL, Loveman E, Clegg AJ. Weight Loss Surgery for Mild to Moderate Obesity: A Systematic Review and Economic Evaluation. *Obes Surg.* 2012;22:1496–506.

209. Doble B, Wordsworth S, Rogers CA, Welbourn R, Byrne J, Blazeby JM, et al. What Are the Real Procedural Costs of Bariatric Surgery? A Systematic Literature Review of Published Cost Analyses. *Obes Surg.* 2017;27:2179–92.
210. Song HJ, Kwon JW, Kim YJ, Oh S-H, Heo Y, Han S-M, et al. Bariatric Surgery for the Treatment of Severely Obese Patients in South Korea—Is it Cost Effective? *Obes Surg.* 2013;23:2058–67.
211. Pimenta GP, Saruwatari RT, Corrêa MRA, Genaro PL, Aguilar-Nascimento JE de. Mortality, weight loss and quality of life of patients with morbid obesity: evaluation of the surgical and medical treatment after 2 years. *Arq Gastroenterol.* 2010;47:263–9.
212. New World Bank country classifications by income level: 2021-2022 [Internet]. [cited 2022 Jan 27]. Available from: <https://blogs.worldbank.org/opendata/new-world-bank-country-classifications-income-level-2021-2022>
213. Goettler A, Grosse A, Sonntag D. Productivity loss due to overweight and obesity: a systematic review of indirect costs. *BMJ Open.* 2017;7:e014632.
214. Vos T, Lim SS, Abbafati C, Abbas KM, Abbasi M, Abbasifard M, et al. Global burden of 369 diseases and injuries in 204 countries and territories, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet.* 2020;396:1204–22.
215. Wang H, Abbas KM, Abbasifard M, Abbasi-Kangevari M, Abbastabar H, Abd-Allah F, et al. Global age-sex-specific fertility, mortality, healthy life expectancy (HALE), and population estimates in 204 countries and territories, 1950–2019: a comprehensive demographic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet.* 2020;396:1160–203.
216. Aune D, Sen A, Prasad M, al. et. BMI and all cause mortality: systematic review and non-linear dose-response meta-analysis of 230 cohort studies with 3·74 million deaths among 30·3 million participants. *BMJ.* 2016;353:i2156.
217. Bhaskaran K, dos-Santos-Silva I, Leon DA, Douglas IJ, Smeeth L. Association of BMI with overall and cause-specific mortality: a population-based cohort study of 3·6 million adults in the UK. *Lancet Diabetes Endocrinol.* 2018;6:944–53.
218. Bertram MY, Tan T, Id TE. Introduction to the Special Issue on “The World Health Organization Choosing Interventions That Are Cost-Effective (WHO-CHOICE) Update.” *Int J Heal Policy Manag.* 2021;10:670–2.
219. Bertram MY, Lauer JA, De Joncheere K, Edejer T, Hutubessy R, Kieny MP, et al. Cost-effectiveness thresholds: pros and cons. *Bull World Health Organ.* 2016;94:925.
220. Woods B, Revill P, Sculpher M, Claxton K. Country-Level Cost-Effectiveness Thresholds: Initial Estimates and the Need for Further Research. *Value Health.* 2016;19:929–35.

221. Claxton K, Martin S, Soares M, Rice N, Spackman E, Hinde S, et al. Methods for the estimation of the National Institute for Health and Care Excellence cost-effectiveness threshold. *Health Technol Assess*. 2015;19:1–503.
222. de Soarez PC, Novaes HMD. Cost-effectiveness thresholds and the Brazilian Unified National Health System. *Cad Saude Publica*. 2017;33:e00040717.
223. Ipeadata [Internet]. [cited 2022 Jan 27]. Available from: <http://www.ipeadata.gov.br/ExibeSerie.aspx?serid=38375>
224. Produto Interno Bruto, Produto Interno Bruto per capita, População residente e Deflator [Internet]. [cited 2022 Jan 27]. Available from: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6784#/n1/all/v/9812/p/all/d/v9812/2/1/v,,t+p/resultado>
225. Fila por cirurgias bariátricas no SUS em São Paulo é de 5,2 mil pessoas, afirma Gorinchteyn - SBCBM [Internet]. [cited 2022 Aug 24]. Available from: <https://www.sbcm.org.br/fila-por-cirurgias-bariatricas-no-sus-em-sao-paulo-e-de-52-mil-pessoas-afirma-gorinchteyn/>
226. UN Food and Agriculture Organization. FAO - News Article: UN General Assembly proclaims Decade of Action on Nutrition. 2016.
227. Food and Agriculture Organization of The United Nations. Second International Conference on Nutrition. 2014.
228. Biener A, Cawley J, Meyerhoefer C. The High and Rising Costs of Obesity to the US Health Care System. *J Gen Intern Med*. 2017;32:6–8.
229. Doumouras AG, Saleh F, Anvari S, Gmora S, Anvari M, Hong D. A Longitudinal Analysis of Short-Term Costs and Outcomes in a Regionalized Center of Excellence Bariatric Care System. *Obes Surg*. 2017;27:2811–7.
230. Zubiaurre PR, Bahia LR, da Rosa MQM, Assumpção RP, Padoin AV, Sussebach SP, et al. Estimated Costs of Clinical and Surgical Treatment of Severe Obesity in the Brazilian Public Health System. *Obes Surg*. 2017;27:3273–80.
231. Turri JAO, Anokye NK, dos Santos LL, Júnior JMS, Baracat EC, Santo MA, et al. Impacts of bariatric surgery in health outcomes and health care costs in Brazil: Interrupted time series analysis of multi-panel data. *BMC Health Serv Res*. 2022;22:1–14.
232. Smith VA, Arterburn DE, Berkowitz TSZ, Olsen MK, Livingston EH, Yancy WS, et al. Association between Bariatric Surgery and Long-term Health Care Expenditures among Veterans with Severe Obesity. *JAMA Surg*. 2019;154:31DUMMY.
233. Wirth K, Kizy S, Abdelwahab H, Zhang J, Santosh Agarwal |, Sayeed Ikramuddin |, et al. Bariatric surgery outcomes in Medicare beneficiaries. 2020;

234. Han H, Chen L, Wang M, Wei X, Ruan Y, He J. Benefits of bariatric surgery in patients with acute ischemic stroke—a national population-based study. *Surg Obes Relat Dis.* 2019;15:1934–42.
235. Doumouras AG, Saleh F, Anvari S, Gmora S, Anvari M, Hong D. A Longitudinal Analysis of Short-Term Costs and Outcomes in a Regionalized Center of Excellence Bariatric Care System. *Obes Surg.* 2017;27:2811–7.
236. Granel Villach L, Laguna Sastre JM, Ibáñez Belenguer JM, Beltrán Herrera HA, Queralt Martín R, Fortea Sanchis C, et al. Analysis of the impact of bariatric surgery on medium-term pharmacological expenditure. *Cirugía Española (English Ed.)* 2021;99:737–44.
237. Gulliford MC, Charlton J, Prevost T, Booth H, Fildes A, Ashworth M, et al. Costs and Outcomes of Increasing Access to Bariatric Surgery: Cohort Study and Cost-Effectiveness Analysis Using Electronic Health Records. 2017;
238. Hollenbach M, Prettin C, Gundling F, Schepp W, Seufert J, Stein J, et al. Design of the Weight-loss Endoscopy Trial (WET): a multi-center, randomized, controlled trial comparing weight loss in endoscopically implanted duodenal-jejunal bypass liners vs. intragastric balloons vs. a sham procedure. *BMC Gastroenterol.* 2018;18:118.
239. Kurz CF, Rehm M, Holle R, Teuner C, Laxy M, Schwarzkopf L. The effect of bariatric surgery on health care costs: A synthetic control approach using Bayesian structural time series. *Health Econ.* 2019;28:1293–307.
240. Nonino CB, de OLIVEIRA BAP, Chaves RCP, E Silva LTP, Pinhel MA de S, Ferreira F de C, et al. Is there any change in phenotypic characteristics comparing 5 to 10 years of follow-up in obese patients undergoing roux-en-y gastric bypass? *Arq Bras Cir Dig.* 2019;32.
241. Romeo Villarreal-Calderón J, Cuéllar RX, Ramos-González MR, Rubio-Infante N, Castillo EC, Elizondo-Montemayor L, et al. Interplay between the Adaptive Immune System and Insulin Resistance in Weight Loss Induced by Bariatric Surgery. 2019;
242. Larsen N, Vogensen FK, van den Berg FWJ, Nielsen DS, Andreasen AS, Pedersen BK, et al. Gut Microbiota in Human Adults with Type 2 Diabetes Differs from Non-Diabetic Adults. Bereswill S, editor. *PLoS One.* 2010;5:e9085.
243. Sjöström L, Peltonen M, Jacobson P, Ahlin S, Andersson-Assarsson J, Anveden Å, et al. Association of Bariatric Surgery With Long-term Remission of Type 2 Diabetes and With Microvascular and Macrovascular Complications. *JAMA.* 2014;311:2297.
244. Böhm A, Heitmann BL. The use of bioelectrical impedance analysis for body composition in epidemiological studies. *Eur J Clin Nutr.* 2013;67:S79–85.
245. Aasheim ET, Aylwin SJB, Radhakrishnan ST, Sood AS, Jovanovic A, Olbers T,

- et al. Assessment of obesity beyond body mass index to determine benefit of treatment. *Clin Obes.* 2011;1:77–84.
246. Anokye N, Mansfield L, Kay T, Sanghera S, Lewin A, Fox-Rushby J. The effectiveness and cost-effectiveness of a complex community sport intervention to increase physical activity: An interrupted time series design. *BMJ Open.* 2018;8.
 247. Maciejewski ML, Smith VA, Livingston EH, Kavee AL, Kahwati LC, Henderson WG, et al. Health Care Utilization and Expenditure Changes Associated With Bariatric Surgery. *Med Care.* 2010;48:989–98.
 248. Bleich SN, Chang H-Y, Lau B, Steele K, Clark JM, Richards T, et al. Impact of bariatric surgery on health care utilization and costs among patients with diabetes. *Med Care.* 2012;50:58–65.
 249. Lopez Bernal J, Soumerai S, Gasparrini A. A methodological framework for model selection in interrupted time series studies. *J Clin Epidemiol.* 2018;103:82–91.
 250. Wong RH, Smieliauskas F, Pan IW, Lam SK. Interrupted time-series analysis: Studying trends in neurosurgery. *Neurosurg Focus.* 2015;39:1–5.
 251. Jandoc R, Burden AM, Mamdani M, Lévesque LE, Cadarette SM. Interrupted time series analysis in drug utilization research is increasing: Systematic review and recommendations. In: *Journal of Clinical Epidemiology.* Elsevier USA; 2015. p. 950–6.
 252. Lopez Bernal J, Cummins S, Gasparrini A. The use of controls in interrupted time series studies of public health interventions. *Int J Epidemiol.* 2018;47:2082–93.
 253. Penfold RB, Zhang F. Use of interrupted time series analysis in evaluating health care quality improvements. *Acad Pediatr.* 2013;13.
 254. Valsamis EM, Husband H, Chan GKW. Segmented Linear Regression Modelling of Time-Series of Binary Variables in Healthcare. *Comput Math Methods Med.* 2019;2019.
 255. Gillings D, Makuc D, Siegel E. Analysis of interrupted time series mortality trends: An example to evaluate regionalized perinatal care. *Am J Public Health.* 1981;71:38–46.
 256. St.Clair T, Cook TD, Hallberg K. Examining the Internal Validity and Statistical Precision of the Comparative Interrupted Time Series Design by Comparison With a Randomized Experiment. *Am J Eval.* 2014;35:311–27.
 257. Lewis KH, Zhang F, Arterburn DE, Ross-Degnan D, Gillman MW, Frank Wharam J. Comparing medical costs and use after laparoscopic adjustable gastric banding and roux-en-Y gastric bypass. *JAMA Surg.* 2015;150:787–94.
 258. DerSarkissian M, Bhak RH, Huang J, Buchs S, Vekeman F, Smolarz BG, et al. Maintenance of weight loss or stability in subjects with obesity: a retrospective

- longitudinal analysis of a real-world population. *Curr Med Res Opin.* 2017;33:1105–10.
259. Alfredo G, Roberta M, Massimiliano C, Michele L, Nicola B, Adriano R. Long-term multiple intragastric balloon treatment—a new strategy to treat morbid obese patients refusing surgery: Prospective 6-year follow-up study. *Surg Obes Relat Dis.* 2014;10:307–11.
 260. Golzarand M, Toolabi K, Farid R. The bariatric surgery and weight losing: a meta-analysis in the long- and very long-term effects of laparoscopic adjustable gastric banding, laparoscopic Roux-en-Y gastric bypass and laparoscopic sleeve gastrectomy on weight loss in adults. *Surg Endosc.* 2017;31:4331–45.
 261. Moussa O, Ardissino M, Heaton T, Tang A, Khan O, Ziprin P, et al. Effect of bariatric surgery on long-term cardiovascular outcomes: a nationwide nested cohort study.
 262. Böhm A, Heitmann BL. The use of bioelectrical impedance analysis for body composition in epidemiological studies. *Eur J Clin Nutr.* 2013;67:S79–85.
 263. TURRI JAO, DECIMONI TC, FERREIRA LA, DINIZ MA, HADDAD LB de P, CAMPOLINA AG. Higher MELD score increases the overall cost on the waiting list for liver transplantation: a micro-costing analysis based study. *Arq Gastroenterol.* 2017;54:238–45.

8. ANEXOS

8.1. Aprovação do projeto no Comitê de Ética em Pesquisa

USP - FACULDADE DE SAÚDE
PÚBLICA DA UNIVERSIDADE
DE SÃO PAULO - FSP/USP



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Análise do custo-efetividade da cirurgia bariátrica para combate à obesidade moderada e severa no contexto do Sistema Único de Saúde

Pesquisador: José Antonio Orellana Turi

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 90844918.6.0000.5421

Instituição Proponente: Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo - FSP/USP

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.728.250

Apresentação do Projeto:

Trata-se de um estudo de coorte longitudinal, desenvolvido por meio de coleta e análise de dados em prontuários médicos sobre custos e desfechos em saúde (n=800). Serão avaliadas duas coortes de pacientes obesos do Departamento de Gastroenterologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (HC-FMUSP): uma coorte de pacientes submetidos à cirurgia bariátrica e uma coorte de pacientes sem cirurgia bariátrica.

Objetivo da Pesquisa:

O objetivo geral do presente estudo é realização de análise custo-efetividade de diferentes estratégias de abordagem da cirurgia bariátrica como intervenção para combate à obesidade moderada a severa em uma coorte de pacientes do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (HC-FMUSP), comparando-se custos e desfechos em saúde de pacientes submetidos a cirurgia bariátrica por derivação ou ressecção Y, gastrectomia ou ressecção vertical tradicional e laparoscopia em relação aos pacientes diagnosticados com obesidade moderada e severa regularmente registrados em lista de espera para cirurgia bariátrica na instituição, sob perspectiva da instituição e do Sistema Único de Saúde (SUS).

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Em termos de riscos, o presente protocolo de pesquisa apresenta riscos mínimos aos

Endereço: Av. Doutor Arnaldo, 715

Bairro: Cerqueira César

CEP: 01.248-904

UF: SP

Município: SÃO PAULO

Telefone: (11)3061-7779

Fax: (11)3061-7779

E-mail: coep@fsp.usp.br

**USP - FACULDADE DE SAÚDE
PÚBLICA DA UNIVERSIDADE
DE SÃO PAULO - FSP/USP**



Continuação do Parecer: 2.728.358

participantes, tendo em vista que serão consultados prontuários eletrônicos dos pacientes para coleta de dados relativos aos procedimentos realizados e aos desfechos em saúde identificados antes e após a cirurgia bariátrica (no caso da coorte com cirurgia). Procedimento idêntico será realizado para obtenção de dados da coorte de pacientes sem cirurgia bariátrica para período de tempo similar ao acompanhamento dos pacientes com cirurgia bariátrica.

Benefícios:

Em termos de benefícios, o presente projeto de pesquisa deve resultar em um conjunto de evidências para apoiar tomada de decisão em políticas públicas de saúde no contexto do Sistema Único de Saúde, que devem beneficiar indivíduos com sobrepeso ou obesidade na população brasileira.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa relevante.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Foram apresentados:

- Folha de rosto assinada pelo diretor da FSP;
- Projeto completo;
- Carta de anuência do Departamento de Gastroenterologia - Disciplina de Cirurgia do Aparelho Digestivo da Faculdade de Medicina da USP;
- Pedido de Dispensa do TCLE.

O pedido de dispensa do TCLE se justifica pelo fato da fonte de dados ser uma base de dados de prontuários médicos, sem que haja envolvimento pessoal ou identificação dos participantes da pesquisa. O projeto de pesquisa constitui um estudo de coorte retrospectiva baseado em pesquisa e levantamento de dados em prontuários de pacientes do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (HC-FMUSP), portanto, não deve requerer contato pessoal com pacientes ou outros sujeitos de pesquisa, dispensando qualquer tipo de intervenção ou coleta de informações diretamente junto aos sujeitos de pesquisa.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Aprovado.

Endereço: Av. Doutor Arnaldo, 715
Bairro: Cerqueira César **CEP:** 01.248-904
UF: SP **Município:** SÃO PAULO
Telefone: (11)3081-7779 **Fax:** (11)3081-7779 **E-mail:** coep@fsp.usp.br

**USP - FACULDADE DE SAÚDE
PÚBLICA DA UNIVERSIDADE
DE SÃO PAULO - FSP/USP**



Continuação do Parecer: 2.728.250

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB INFORMAÇÕES BÁSICAS DO PROJETO_966746.pdf	04/06/2018 10:49:50		Aceito
Brochura Pesquisa	Resumo_Pesquisa.pdf	04/06/2018 10:27:28	Antonio Tumi	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Jose_Antonio_Orellana_Tumi_FSP_2018.pdf	04/06/2018 10:25:51	Antonio Tumi	Aceito
Outros	Termo_Anuencia_HCFMUSP.pdf	04/06/2018 10:24:04	Antonio Tumi	Aceito
TCE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCE_Pedido_Dispensa.pdf	04/06/2018 10:21:10	Antonio Tumi	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_Rosto.pdf	04/06/2018 10:19:16	Antonio Tumi	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

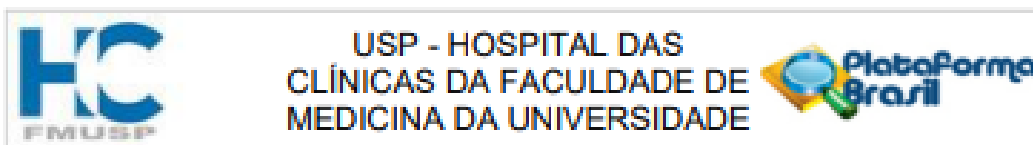
Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SAO PAULO, 21 de Junho de 2018

Assinado por:
Kelly Polido Kaneshiro Olympio
(Coordenador)

Endereço: Av. Doutor Arnaldo, 715
 Bairro: Cerqueira Cesar CEP: 01.248-904
 UF: SP Município: SAO PAULO
 Telefone: (11)3081-7779 Fax: (11)3081-7779 E-mail: ceep@fsp.usp.br



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

Elaborado pela Instituição Coparticipante

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Análise do custo-efetividade da cirurgia bariátrica para combate à obesidade moderada e severa no contexto do Sistema Único de Saúde

Pesquisador: José Antonio Orellana Tumi

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 90844918.6.3001.0068

Instituição Proponente: Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.827.896

Apresentação do Projeto:

Os autores apresentam projeto que propõe levantamento de evidências sobre custos e desfechos em saúde atribuíveis à realização de cirurgia bariátrica entre indivíduos adultos com obesidade moderada a severa, comparando-se estratégias alternativas de tratamento, a partir da perspectiva do governo, no âmbito do Sistema Único de Saúde. Para tal fim, o estudo será realizado em duas etapas: revisão sistemática de literatura e avaliação econômica do tratamento de obesidade moderada a severa por meio de cirurgia bariátrica em três diferentes técnicas (derivação ou ressecção Y, gastrectomia ou ressecção vertical tradicional e laparoscopia) em comparação com pacientes de diagnóstico similar sem tratamento, conduzida a partir de coleta de dados primários em prontuários médicos provenientes do Departamento de Gastroenterologia do HC-FMUSP.

Objetivo da Pesquisa:

O objetivo do estudo é a análise custo-efetividade da cirurgia bariátrica como intervenção para combate à obesidade moderada a severa em uma coorte de pacientes do HC-FMUSP.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os autores apontam que, em termos de riscos, o protocolo apresenta riscos mínimos aos participantes, tendo em vista que serão consultados prontuários eletrônicos dos pacientes para coleta de dados. Em relação aos benefícios, não haverá benefícios diretos aos participante, pelo mesmo motivo.

Endereço: Rua Ovídio Pires de Campos, 225 5º andar

Bairro: Cerqueira César

CEP: 05.403-010

UF: SP

Município: SÃO PAULO

Telefone: (11)2661-7585

Fax: (11)2661-7585

E-mail: cappelq.adm@hc.fm.usp.br



USP - HOSPITAL DAS
CLÍNICAS DA FACULDADE DE
MEDICINA DA UNIVERSIDADE



Continuação do Parecer: 2.827.586

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Traza-se de projeto que envolve revisão de literatura e coleta de informações de banco de dados, apresentado de forma adequada, com objetivos e métodos bem detalhados para a proposta.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Adequados.

Recomendações:

Aprovação.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Aprovação.

Considerações Finais a critério do CEP:

Em conformidade com a Resolução CNS nº 466/12 – cabe ao pesquisador: a) desenvolver o projeto conforme delineado; b) elaborar e apresentar relatórios parciais e final; c) apresentar dados solicitados pelo CEP, a qualquer momento; d) manter em arquivo sob sua guarda, por 5 anos da pesquisa, contendo fichas individuais e todos os demais documentos recomendados pelo CEP; e) encaminhar os resultados para publicação, com os devidos créditos aos pesquisadores associados e ao pessoal técnico participante do projeto; f) justificar perante ao CEP interrupção do projeto ou a não publicação dos resultados.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Brochura Pesquisa	Resumo_Pesquisa.pdf	04/06/2018 10:27:28	Antonio Turi	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Jose_Antonio_Orellana_Turi_F SP_2018.pdf	04/06/2018 10:25:51	Antonio Turi	Aceito
Outros	Termo_Anuencia_HCFMUSP.pdf	04/06/2018 10:24:04	Antonio Turi	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Pedido_Dispenza.pdf	04/06/2018 10:21:10	Antonio Turi	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Endereço: Rua Ovídio Pires de Campos, 225 5ª andar
Bairro: Cerqueira César **CEP:** 05.403-010
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)2861-7585 **Fax:** (11)2861-7585 **E-mail:** cappelq.adm@hc.fm.usp.br



Continuação do Parecer: 2.827.586

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SAO PAULO, 17 de Agosto de 2018

Assinado por:
ALFREDO JOSE MANSUR
(Coordenador)

Endereço: Rua Ovídio Pires de Campos, 225 5º andar
Bairro: Cerqueira César **CEP:** 05.403-010
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)2061-7585 **Fax:** (11)2061-7585 **E-mail:** cappelq.adm@hc.fm.usp.br

8.2. Solicitação de dispensa TCLE

SOLICITAÇÃO DE DISPENSA

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Ao (À) Exmo(a). Sr(a). Coordenador(a) do Comitê de Ética em Pesquisa

Prezado (a) Sr(a). Coordenador(a),

Solicitamos ao Comitê de Ética em Pesquisa da instituição dispensa de aplicação do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) no contexto do projeto de pesquisa intitulado *Análise do custo-efetividade da cirurgia bariátrica para combate à obesidade moderada e severa no contexto do Sistema Único de Saúde*, encaminhado para vossa apreciação.

O projeto de pesquisa constitui estudo de coorte retrospectiva baseado em pesquisa e levantamento de dados em prontuários de pacientes do Hospital das Clínicas da Universidade de São Paulo, portanto, não deve requerer contato pessoal com pacientes ou outros sujeitos de pesquisa, dispensando qualquer tipo de intervenção ou coleta de informações diretamente junto aos sujeitos de pesquisa.

Considerando o delineamento do estudo, as etapas de realização da pesquisa dispensam aplicação de TCLE conforme justificativas a seguir:

1. Levantamento de informações retrospectivas provenientes de dados disponíveis em prontuários de pacientes com diagnóstico de obesidade moderada a severa submetidos ou não a cirurgia bariátrica junto ao Hospital das Clínicas da Universidade de São Paulo em qualquer período, sem qualquer interferência no cuidado dispensado aos pacientes;
2. Ausência de contato pessoal com sujeitos de pesquisa, minimizando quaisquer riscos físicos e/ou biológicos aos pacientes, tendo em vista utilização de dados registrados em prontuários eletrônicos de pacientes, pesquisados junto ao banco de dados do hospital;

3. Existência de população de estudo eventualmente sem seguimento na instituição no momento atual, considerando-se possibilidade de inclusão de pacientes residentes em outras localidades ou pacientes falecidos na amostra proveniente do banco de dados do hospital;

4. Garantia de confidencialidade da identificação de pacientes pela pesquisadora principal, assim como pela utilização de técnicas de levantamento e guarda dos dados de base anônima, incluindo-se somente as iniciais do nome e os números de registro de pacientes validar individualidade da informação. Dados pessoais não serão objeto de análise no estudo;

5. Comprometimento quanto ao uso e destinação dos dados coletados junto ao banco de prontuários do Hospital das Clínicas da Universidade de São Paulo somente para finalidades descritas no presente projeto de pesquisa, conforme declaração da pesquisadora principal junto à instituição.

Assim, pelos motivos expostos, solicita-se dispensa de aplicação do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido na presente pesquisa.

Atenciosamente,

8.3. Termo de anuência interdepartamental



INSTITUTO CENTRAL
HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA
FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE SÃO
PAULO
AV. DR. ENÉAS DE CARVALHO AGUIAR, 255
CEP 05403-900 SÃO PAULO - BRASIL



PROJETO DE PESQUISA INTERDEPARTAMENTAL

FSP-HC-FMUSP

São Paulo, 10 de outubro de 2017.

À Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo

O Departamento de Gastroenterologia - Disciplina de Cirurgia do Aparelho Digestivo da Faculdade de Medicina da USP tem ciência da realização do Projeto de Pesquisa, intitulado: **"Análise do custo-efetividade da cirurgia bariátrica para combate à obesidade moderada e severa no contexto do Sistema Único de Saúde"**, que tem como Unidade responsável originária o Departamento de Nutrição da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, cuja respectiva Comissão de Ética é responsável pela sua aprovação bem como o devido encaminhamento para a CapPesq - HCFMUSP e demais comissões necessárias.

São os investigadores responsáveis:

Ms. José Antonio Orellana Turri

Prof. Dr. Marco Aurélio Santo

Profa. Dra. Flávia Mori Sarti

Atenciosamente,

Prof.Dr. Marco Aurélio Santo

Chefe da disciplina de Cirurgia Bariátrica e Metabólica do
Departamento de Gastroenterologia da FMUSP

9. APÊNDICES

9.1. Artigo científico aceito para publicação

Turri et al. *BMC Health Services Research* 2022, **22**(1):41
<https://doi.org/10.1186/s12913-021-07432-x>

BMC Health Services Research

RESEARCH

Open Access



Impacts of bariatric surgery in health outcomes and health care costs in Brazil: Interrupted time series analysis of multi-panel data

José Antonio Orellana Turri^{1,2}, Nana Kwame Anokye^{3*}, Lionai Lima dos Santos⁴, José Maria Soares Júnior¹, Edmund Chada Baracat¹, Marco Aurélio Santo⁵ and Flavia Mori Sarti^{2,6}

Abstract

Background: The increasing burden of obesity generates significant socioeconomic impacts for individuals, populations, and national health systems worldwide. The literature on impacts and cost-effectiveness of obesity-related interventions for prevention and treatment of moderate to severe obesity indicate that bariatric surgery presents high costs associated with high effectiveness in improving health status referring to certain outcomes; however, there is a lack of robust evidence at an individual-level estimation of its impacts on multiple health outcomes related to obesity comorbidities.

Methods: The study encompasses a single-centre retrospective longitudinal analysis of patient-level data using micro-costing technique to estimate direct health care costs with cost-effectiveness for multiple health outcomes pre-and post-bariatric surgery. Data from 114 patients who had bariatric surgery at the Hospital of Clinics of the University of Sao Paulo during 2018 were investigated through interrupted time-series analysis with generalised estimating equations and marginal effects, including information on patients' characteristics, lifestyle, anthropometric measures, hemodynamic measures, biochemical exams, and utilisation of health care resources during screening (180 days before) and follow-up (180 days after) of bariatric surgery.

Results: The preliminary statistical analysis showed that health outcomes presented improvement, except cholesterol and VLDL, and overall direct health care costs increased after the intervention. However, interrupted time series analysis showed that the rise in health care costs is attributable to the high cost of bariatric surgery, followed by a statistically significant decrease in post-intervention health care costs. Changes in health outcomes were also statistically significant in general, except in cholesterol and LDL, leading to significant improvements in patients' health status after the intervention.

Conclusions: Trends multiple health outcomes showed statistically significant improvements in patients' health status post-intervention compared to trends pre-intervention, resulting in reduced direct health care costs and the burden of obesity.

Keywords: Obesity, Bariatric surgery, Health care costs, Cohort, Health outcomes

*Correspondence: Nana.Anokye@brunel.ac.uk

³ Department of Clinical Sciences, College of Health and Life Sciences, Brunel University London, Kingston Lane, Uxbridge, United Kingdom
 Full list of author information is available at the end of the article



© The Author(s) 2022, corrected publication 2022. **Open Access** This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the article's Creative Commons licence and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder. To view a copy of this licence, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>. The Creative Commons Public Domain Dedication waiver (<http://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/>) applies to the data made available in this article, unless otherwise stated in a credit line to the data.

9.2. Artigos científicos submetidos

9.2.1. Artigo 1

Systematic review and meta-analysis of costs associated to bariatric surgery

Turri, JAO, Soares JM, Baracat EC, Viscondi JYK, Eiroz, R, Santo MAS, Sarti FM

ABSTRACT

Introduction: Obesity is one of the significant public health problems currently, and excess body weight is the sixth risk factor for mortality in the world. Estimates from the World Health Organization indicate that there were approximately 2.3 billion overweight adults and more than 700 million obese adults in the global population by 2015. The prevalence of moderate obesity (IMC>35 kg/m²) is approximately 5.0%, and the prevalence of morbid obesity (IMC>40 kg/m²) is about 1.6% of the world population. In addition, there is evidence of the increased risk for diverse chronic non-communicable diseases (CNCD) due to overweight, diabetes, hypertension, cardiovascular diseases, articular diseases, and cancer types. Therefore, it is possible to identify direct and indirect costs of obesity in the social context, as activities for prevention, diagnosis, and treatment of obesity are the leading direct costs, including costs for treating comorbidities associated with excess body weight. **Objective:** The study's objective is to conduct an economic assessment of cost-effectiveness regarding bariatric surgery for treating moderate to severe obesity in the context of a reference hospital within the Brazilian Unified Health System (SUS). **Material and methods:** Systematic review of literature and meta-analysis referring to studies on costs and effectiveness of bariatric surgery with data on outcomes of chronic non-communicable diseases associated with overweight and obesity (medication, hospitalisations, and mortality). **Results:** The systematic review gathered 51 studies with costs and effectiveness of bariatric surgery conducted in diverse countries, published between 2005 and 2018. The majority of studies pointed to reduction in direct costs related to comorbidities after bariatric surgery, in comparison to costs for treatment of comorbidities among patients without surgery. The average cost of bariatric surgery was US\$ 49,419.63 (\pm 96,707.49; median=12,661.96 and quartiles of 5,414.5-33,679.10). The average cost of treatment for comorbidities among patients without surgery was US\$40,342.30 (\pm 37,716.16; median=31,958.46 and quartiles of 4,871.03-69,200.00), and the cost after bariatric surgery was US\$4,523.88 (\pm 3,445.37; median=6,426.74 and quartiles of 1,135.81-6,914.53). The results of the total effectiveness shown wide benefits of the bariatric surgery in all evaluated items (RR 0.571 CI95% 0.482 - 0.660, p <0,001), including the reduction in total expenditure (RR 0.652 CI95% 0.462 - 0.841, p <0,001), reduction of needs of medicines (RR 0.160 CI95% 0.005 - 0.314, p <0,001), decrease of relative risk of hypertension (RR 0.589 CI95% 0.493 - 0.685, p <0,001), decrease of relative risk of diabetes (RR 0.400 CI95% 0.609 - 0.741, p <0,001), cardiovascular diseases (RR 0.578 CI95% 0.349 - 0.807, p <0,001), dyslipidemia (RR 0.721 CI95% 0.562 - 0.881, p <0,001), obesity-related mortality (RR 0.505 CI95% 0.345 - 0.665, p <0,001), obesity-related cancer (RR 0.675 CI95% 0.609 - 0.741, p <0,001) and depression (RR 0.829 CI95% 0.794 - 0.865, p <0,001), compared to conservative or non-surgical treatment.

Conclusion: The results of this systematic review and meta-analysis show that bariatric surgery is able to reduce the costs and the risk of the leading chronic obesity-related diseases in the short, medium, and long term, also decreasing the risk of mortality and depression, in comparison of traditional treatment for the obese person.

Keywords: obesity, Brazilian Unified Health System, economic assessment, bariatric surgery, chronic non-communicable diseases.

INTRODUCTION

On 1 April 2016, the United Nations General Assembly proclaimed the Decade of Nutrition to run from 2016 to 2025 as part of the U.N. Sustainable Development Goals initiative, and the FAO (Food and Agriculture Organization) received this decision calling it the most significant step towards mobilising action around reducing hunger and improving nutrition around the world.^{226,227}

The World Health Organization describes obesity as one of the most neglected and widely visible public-health problems, causing substantial economic and health impacts in both more and less developed countries.²⁰ The problems of obesity and overweight have achieved public recognition only in the last ten years, in opposition to other common health-related problems like underweight, malnutrition, and infectious diseases.²⁰

In 2008, World Health Organization estimated that 1.5 billion adults were overweight and that more than one of every 10 of the total adult population in the world was obese. In 2015, 107.7 million children and 603.7 million adults were obese.^{6,13} Obesity is a significant risk factor for dyslipidaemia or hyperlipidaemia, cardiovascular diseases, type 2 diabetes, obesity-related cancers, and early mortality.

Worldwide, at least 2.8 million adults die each year as a result of being overweight or obese, and more than two-thirds of deaths related to obesity or overweight were due to cardiovascular disease. Extracted data from the prevalence of obesity shows that 20-40% of the total population will become obese or overweight until 2020.^{5,6,13}

For the first time in human history, life expectancy has been shown to decrease by seven years at the age of 40. The U.K. government now estimates that a BMI of 25 kg/m² may decrease the life expectancy of men by two years and, given the progressive epidemic of obesity, the effect will increase to 5 years by 2050.²⁰

The total direct medical costs of obesity have been reported that have reached \$147 billion per year, thus causing an increasing burden on the budgets in health care systems.^{17,120,121} Between 2005 and 2010, the total expenditure for obesity-related treatment per adult increased 14.3 %, from \$3070 to \$3508, and the direct and indirect medical costs, including out-of-pocket, reached \$315.8 billion in the USA.²²⁸ The main factors that increase the expenditure which obesity, overweight and related diseases are the increase in the total number of population, the increase in costs per obese individual and the increase in the prevalence of obesity.²²⁸

Bariatric surgery has been utilised as a long-term treatment for severe obesity and for the main related diseases like type II diabetes, hypertension, cardiovascular diseases and mortality. To the majority of obese

patients, bariatric surgery has shown to be effective for improving or resolving comorbidities. It has improved an economic benefit due to decreased patient healthcare utilisation, significant effect on reducing medication use, high rate of remission of costly or long-term diseases compared to the obese or overweight patients following traditional treatment.^{204,229,230,196}

Recent cost-effectiveness studies and systematic reviews in the economic evaluation of bariatric surgery conclude that bariatric procedures are effective for preventing high treatment costs for obese people or decreasing the overall expenditure for the health systems.²⁰⁹

The objective of this systematic review is to evaluate the health economics studies that have investigated bariatric surgery as a treatment option for obesity, analysing the costs and effectiveness of the most performed procedures, identifying variables that are related to treatment and success rate or failure of each type of surgery, focusing on understanding the current and future benefit for the obese patient and the health systems

METHODS

Data source and literature search strategy terms

This systematic review has been registered at the International Prospective Register of Systematic Reviews (PROSPERO) (registration #: CRD42018106018).¹⁶⁵

The search strategy was performed in a structured way. Previously the screening in biomedical databases, we have extracted the keywords, descriptors, Emtree terms, and MeSH terms of the main scientific literature published about cost-effectiveness studies in bariatric surgery that have been used as a background for this study. In addition, we also used specific medical and surgical terms related to bariatric surgery to reach the most types of bariatric surgery performed worldwide.

Initially, it was identified 2,189 Emtree terms, 1,458 MeSH terms and 339 keywords that were more frequent in the literature and were used by the construction of the search strategy in the acronym PICO-S (Patient, Intervention, Comparator, Outcome and Study).

The full text of the search strategy is: *“Cost-Effectiveness Analysis in terms of costs of treatment and outcomes in the weight loss and prevalence of non-transmissible chronic diseases related to obesity in comparison to conventional treatment or no treatment in a mild or severe obese patient in the middle and long term”*.

We have searched PubMed, EMBASE, Scielo, CRD-Cochrane, Scopus, LILACS, Clinical Trials, Web of Science, Science Direct, grey literature, thesis and abstracts published in the supplementary volume of scientific journals published in English, Spanish and Portuguese, non-limited to date of publication.

The search strategy was performed with the followed terms and or the Booleans terms AND/OR:

Patient: human, male, female, obese, overweight, morbid, child, adolescent, young adult, adult, aged, body weight, morbid obesity, morbidly obese, patient, insulin-dependent, hypertension, cardiovascular disease, diabetic patient, obese patient, glucose-intolerant patient, comorbidity, disability, health-related obesity disease.

Intervention: bariatric surgery, obesity surgery, Gastric bypass, stomach bypass, Roux-en-Y, Gastric Banding, Sleeve gastrectomy, Gastrectomy, Gastroplasty, Laparoscopic surgery, open surgery, Roux-en-Y gastric bypass, Roux-en-Y gastric bypass, Gastric bypass surgery, gastric bypass surgery, stomach reduction, weight reduction surgery, gastrojejunostomy, Roux-en-Y anastomosis, stomach anastomosis, intestinal anastomosis, anti-obesity surgery, weight reduction procedure, laparoscopic gastric bypass, laparoscopic gastric bypass, open gastric bypass, open gastric bypass, laparoscopic bariatric surgery, open bariatric surgery, laparotomy bariatric surgery, laparotomy weight reduction, stomach bypass, weight loss program, weight loss surgery, weight loss procedure, weight reduction program.

Comparator: waiting list, overweight, morbid, morbidity, morbidly obese, obesity), morbid obesity, comorbidity, non-surgical, diabetes, hypertension, heart disease, coronary disease, heart failure, cardiovascular disease, diabetes mellitus, cardiovascular risk, body mass index, complication, depression, mental disorder, diabetic patient, congestive heart failure, disability, disease association, employment status, glucose blood level, glucose intolerance, glycated haemoglobin, hernia, high-risk patient, juvenile, medically uninsured, osteoarthritis, arthritis, return to work, sleep apnea, surgical risk.

Clinic Outcomes: diabetes, non-insulin-dependent diabetes mellitus, diabetes mellitus, type 2, cardiovascular risk, mortality, hypertension, insulin-dependent, blood pressure, cardiovascular disease, glycaemic control, glucose metabolism, hypoglycemic agents, glucose tolerance, abdominal wall hernia, absenteeism, arthroplasty, behaviour change, apnea, cancer, cholesterol, congestive heart failure, death, depression, diastolic blood pressure, disability, dyslipidaemia, gallstone, gastroesophageal reflux, glucose blood level, glucose intolerance, hernioplasty, hiatus hernia, hyperlipidaemia, arthritis, osteoarthritis, phlebitis, sleep apnea, sleep disorder, triglycerides, walking difficult.

Cost Outcomes: cost, cost analysis, cost-effectiveness, cost-utility, economics, cost-benefit, health care cost, cost of illness, economic evaluation, budget impact, econometrics, health expenditures, cost savings, health care system, national health program, drug costs, hospital costs, health services utilisation, cost control, delivery of health care, direct service costs, health utilisation, health services accessibility, hospital charge, managed care programs, patient cost, inpatient cost, outpatient cost, surgery cost, postoperative cost, socio-economics.

Quality of life outcomes: treatment outcome, quality of life, body mass index, body mass reduction, weight loss, life years gain, diabetes resolution, self-satisfaction, health improvement, cardiovascular risk resolution, hypertension resolution, blood glucose resolution, cardiovascular disease resolution, apnea resolution, hyperlipidaemia resolution, dyslipidaemia resolution, musculoskeletal disease resolution, osteoarthritis resolution, sleep apnea resolution, thrombosis resolution, life expectancy, length of stay, morbidity, mortality, time factor, outcome assessment, cardiovascular risk, clinical effectiveness, exercise, hypertension, incidence, non-insulin dependent, quality adjusted life years, surgical mortality, body mass index, body weight, cardiovascular disease, depression, diabetes, employment status, health status, glycaemic control, hospital mortality, hospital readmission, hospitalisation, lifestyle modification, motivation, patient safety, prevalence, waist circumference, abdominal circumference, absenteeism, adipose tissue, hospital utilisation, ambulatory utilisation, health care utilisation, out of pocket expenditure, arm circumference, appetite, attitude to health, behaviour change, direct service cost, drug cost, employment, energy intake, glucose blood level, health care cost, health expenditure, ischemic attack, long term care,

managed care program, medicare, outcome research, mobility, physical activity, postoperative complication, postoperative care, prognosis, quality improvement, quality indicator, remission, safety.

Studies: article, controlled study, retrospective study, cohort study, prospective study, priority journal, follow up study, review, case-control study, systematic review, follow up, Markov, databases, longitudinal study, cohort analysis, journal, incidence, meta-analysis, models, modelling, clinical article, clinical outcomes, clinical trial, data collection, evidence-based medicine, econometric, nutrition survey, survey, outcome assessment, randomised controlled trial, questionnaire, accuracy, behaviour change, comparative study, controlled clinical trial, decision tree, decision theory, data analysis software, policy maker, efficiency, family follow up, feasibility, statistics, institutional review, instrument validation, instrumental variable analysis, intermethod comparison, linear regression analysis, Monte Carlo method, tree age, observational study, outcome and process assessment, practice guidelines, practise patterns, qualitative research, quantitative analysis, quality of health care, quality of life assessment, questionnaire, rating scale, meta-analysis, utilisation review, visual-analog scale.

Eligibility criteria

The eligible studies should meet all the following criteria: studies that report or quantify the costs, consequences or measure of effects of the bariatric surgery, cost analysis or cost-effectiveness of bariatric surgery, systematic reviews, randomises clinical trials, cohort studies, compared surgical strategies versus non-surgical treatment, case-control study and explicitly reported outcome data, in adults, aged, children or adolescent in both sexes with the full-text article.

The exclusion criteria were: studies non-related to any interest criteria, cost studies of other surgeries, studies limited to a specific part of the procedure without the total cost of bariatric surgery or generic cost studies where we were unable to locate the specific cost of the interest.

We assessed all currently available bariatric surgeries, including open and laparoscopic Roux-en-Y gastric bypass (RYGB), open and laparoscopic adjustable gastric banding (AGB), and open and laparoscopic sleeve gastrectomy (S.G.), and robotic surgery.

Study selection/screening procedure

We performed a pilot-tested to screen studies for eligibility and retain data from as many relevant and eligible studies as possible.

Titles and abstracts were screened for evidence of health economic analyses, including cost and cost analysis, cost-effectiveness analysis, cost-utility analysis and cost-benefit analysis, or health economics metrics such as changes in costs before and after surgery, costs per quality-adjusted life-year, costs per life-year saved, costs per disability-adjusted life year, time to breakeven or quantified changes in work productivity.

Two reviewers independently screened titles and abstracts for potential eligibility and screened the full text of potentially eligible articles for final eligibility. In discrepancies in the final evaluation, one-third review adjusted the decision.

Quality assessment

In order to assess the quality of the data extracted, it was performed a critic assess of the quality of each included study. This procedure was performed using the CHEERS checklist that is specific for critical appraisal of health economics studies.¹⁶⁶

Two review team members will independently assess this checklist for each included article. A consensus is determined through discussion. If disagreements about inclusion cannot be resolved, a third researcher will be consulted to help determine the most appropriate decision. Data from these checklists will be reviewed, summarised, and reported.

Data extraction

The authors independently collected detailed information including patient characteristics, number of the population enrolled in the study and study characteristics, comparisons (surgery and control), and outcomes (number of events and total, frequency, incidence or prevalence adjusted estimates).

The outcomes included the cost of bariatric surgery, the cost of treatment of obesity-related diseases in the patient following traditional non-surgical treatment, the costs of treatment of obesity-related diseases in the patient after bariatric surgery and the rate of major frequent obesity-related diseases in the patient following traditional treatment and after bariatric surgery.

For effectiveness of bariatric surgery, we investigated the prevalence of diabetes, cardiovascular diseases including myocardial infarction (MI), stroke, stable or unstable angina, heart failure, dyslipidaemia or hyperlipidaemia, systolic arterial hypertension, cancer-related diseases, obesity-related mortality, depression and costs-related outcomes including total cost, use of medicines and drugs and the total amount of medicines as a proxy for expenditures in the treatment of obesity.

To enable comparison and to estimate the actual cost between the different monetary currencies (U.S. dollar, Australian dollar, U.K. sterling pound, Euro, Brazilian real and Canadian dollar), all the values were converted using the exchange rate at the time of publication to U.S. dollar and then adjusted to November 2018 inflation rate (U.S. Department of Labour - Bureau of Labour Statistics).

STATISTICAL ANALYSIS

The meta-analysis of the costs extracted by the studies was performed using the mean and standard deviation of the costs of surgeries or the costs of the resources evaluated in each study. The meta-analysis of effectiveness extracted by studies was performed using the relative risk and confidence interval for each obesity-related disease evaluated in each study, using the *metan* and *meta* command.

We conducted a cost analysis based on the main outcomes related with obesity diseases and cost data with U.S. dollar adjusted to 2021 U.S. dollars using the U.S. Bureau of Labour Statistics Consumer Price Index. The statistical heterogeneity across studies was calculated by I^2 statistic test. We pooled the studies using

the Mantel-Haenszel method and reported the pooled relative risk (R.R.) and 95 % confidence intervals. The statistical analysis was performed using the software STATA-SE 64 version 14.

RESULTS

Systematic literature search

The search identified 697 articles that fulfilled the inclusion criteria. It was identified in Pubmed/NCBI database 533 articles, 1 article in Cochrane's database, 38 articles in Scopus database, two articles in Clinical Trials database, five articles in Web of Science, 13 articles in Scielo database, 21 articles in Embase database and 84 articles in another database. Of these, 218 articles were excluded by duplicity and 399 by exclusion after the title review and 29 after the abstract review. In addition, one article does not reach the minimum quality score as criteria for data extraction and inclusion.

After all, 69 studies were selected for full-length review and data extraction. Those studies evaluated the costs of bariatric surgery, the costs of treatment of chronic diseases related to obesity, the effectiveness of bariatric surgery in cost reduction in health, excess of losing weight, reduction in the prevalence of obesity-related diseases, increase of survival or life expectancy adjusted by the quality of life and overall mortality reduction (Figure 1).

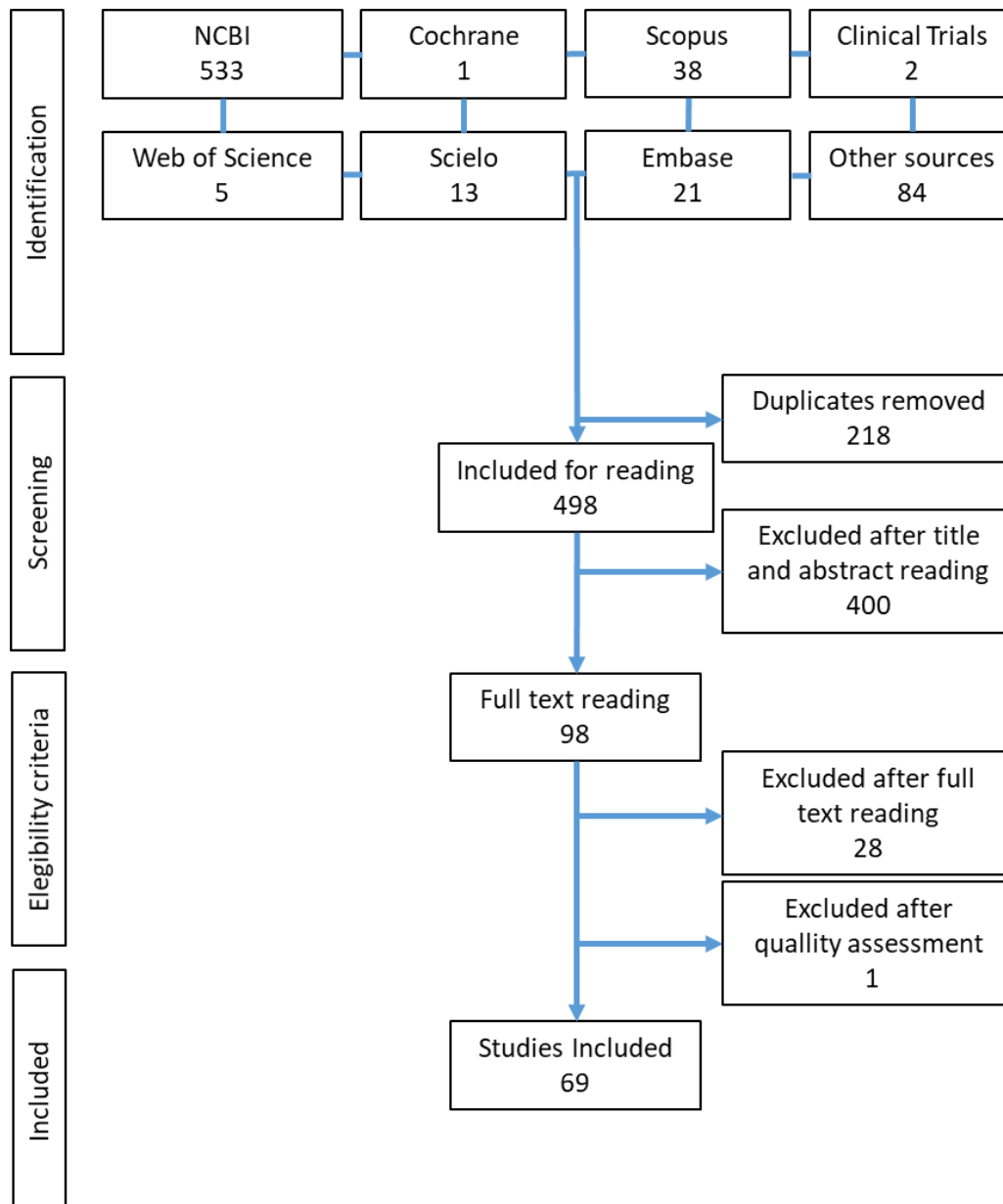


Figure 1: Flow chart of the study selection process.

General characteristics of the studies

Of the 69 studies, 27 (54%) assessed full-economic evaluation, including 20 cost-effectiveness studies (40%) and seven cost-utility studies (14%), and 23 partial economic evaluations with only cost or outcomes-focused (46%).

Of the 27 articles that performed complete economic evaluation, 7 evaluated the cost and effectiveness of bariatric surgery, 7 evaluated the cost-utility of bariatric surgery, six evaluated both the cost of bariatric surgery and the cost of traditional treatment of obesity-related diseases and effectiveness and three studies evaluated the cost of bariatric surgery and the cost of obesity separated. Characteristics of the 50 articles in the systematic review are summarised in Table 1.

Table 1: Information of included studies (Costs in US\$)

Ref.	Country	Surgery	Cost/Resource	N	Pre-surgery costs		Post-surgery costs	
					μ	SD	μ	DP
175	United Kingdom	No specific	Total	88	111.966,15	27.049,86	61.019,08	9.657,25
231	Brazil	No specific (all)	Total	114	996,61	6.172,79	2.371,78	6.172,79
175	United Kingdom	No specific	Total	38	111.966,00	33.362,62	13.679,69	7.612,71
232	USA	No specific (all)	Total	2498	5093,00		7448,00	
193	USA	No specific	Total	2.223	74.611,82		28.709,36	4.272,44
123	USA	No specific	Total	608	68.000,00		27.257,42	12.515,73
177	USA	No specific	Total	280.315	48.296,85	16.603,83	109.472,01	52.561,89
233	USA	No specific (all)	Total	73,718			13,028.60	3,626.57
234	USA	No specific (all)	Total	1654	8345		8781	
180	Australia	No specific	Total	60	107.260,41		41.683,14	57.944,94
130	United Kingdom	No specific	Total	250.258	12.661,96		9.385,93	656,56
194	Brazil	No specific	Total	382	6.270,10		4.116,15	
235	Canada	No specific (all)	Total	2232			7839	21,793
235	Canada	No specific (all)	Total	2122			7310	11,942
235	Canada	No specific (all)	Total	2493			7472	10,125
235	Canada	No specific (all)	Total	2471			7046	5,819
235	Canada	No specific (all)	Total	2599			7341	9,300
197	USA	No specific	Total	1.000	40.812,12		23.995,40	15.048,01
175	United Kingdom	No specific	Medicines/Drugs	88	36.159,21	12.566,39	2.792,52	1.752,41
125	USA	RYGB-O	Total	5.000.000	3.138,69		33.403,95	
138	USA	RYGB-O	Total	1.000	91.385,50		65.416,50	64.591,81
190	China	RYGB-O	Total	80	79.779,01	7.808,49	109.627,30	47.373,42
192	USA	RYGB-O	Total	29.820	7.824,87	5.958,64	33.105,23	4.256,17
198	Finland	RYGB-O	Total	1.000	74.330,44	18.824,93	60.101,81	9.180,18
176	USA	RYGB-O	Total	16.944	12.860,48		15.101,40	3.169,14
200	Portugal	RYGB-O	Total	10.000	63.406,14		43.647,39	
203	France	RYGB-O	Total	350	5.784,93		10.926,32	
190	China	RYGB-O	T2DM	80	74.257,12	3.132,90	1.658,88	
236	Spain	RYGB-L	Total	96	572,00	651,40	65,00	186,10
189	Spain/Austria/Italy	RYGB-L	Total	1.000	22.506,31	79,79	15.007,55	
189	Spain/Austria/Italy	RYGB-L	Total	1.000	12.595,50		16.671,07	5.651,33
189	Spain/Austria/Italy	RYGB-L	T2DM	3.000	22.506,04	8.693,79	802,44	584,74
189	Spain/Austria/Italy	RYGB-L	IAM	3.000	22.505,75		2.704,95	1.649,77
198	Finland	Sleeve-O	Total	1.000	61.019,21		39.167,17	
203	France	Sleeve-O	Total	350	5.071,97	1.047,59	9.310,65	7.218,99
236	Spain	Sleeve -O	Total	162	181,00	559,80	44,00	172,40
196	Australia	Sleeve -O	Total	1.000	94.878,34		55.958,10	

210	Korea	Sleeve -O	Total	10.000	27.360,75		10.319,14	
190	China	AGB-O	Total	80	80.010,01	5.557,24	97.062,51	5.825,82
198	Finland	AGB-O	Total	1.000	74.330,44	18.824,93	65.010,05	16.629,23
176	USA	AGB-O	Total	4.047	12.860,48		30.523,02	
200	Portugal	AGB-O	Total	10.000	63.406,14		61.256,15	
203	France	AGB-O	Total	350	5.071,97	1.047,59	8.573,41	6.767,86
196	Australia	AGB-O	Total	1.000	94.878,34		104.765,53	
190	China	AGB-O	T2DM	80	78.687,70	6.265,79	1.658,88	
189	Spain/Austria/Italy	AGB-L	Total	1.000	39.716,01	25.210,36	4.627,53	4.647,99
172	Canada	AGB-L	Total	102.069	11.395,75	2.422,72	6.947,92	
209	United Kingdom	Robotic	Total	26	15.385,87	6.238,41	-	-

Obs.: μ =mean; SD=standard deviation; RYGB-O = open Roux in Y gastric bypass; RYGB-L = laparoscopic Roux in Y gastric bypass; Vertical-O = open vertical gastrectomy, Vertical-L = laparoscopic vertical gastrectomy; AGB-O = open adjustable gastric band; AGB-L = laparoscopic adjustable gastric band. (*) Robotic surgery did not show post-surgery treatment costs.

Cost results

The cost of bariatric surgery without specification has been shown in 19 studies and was US\$ 49,419.63 ($\pm 96,707.49$, median=US\$ 12,661.96 and quartile 5,414.50-33,679.11). The RYGB-O was the costly (μ =US\$ 31,561.39 \pm 32,875.38; median=21,130.17 and quartile 8,801.53-34,081.66), followed by AGB-O (μ =US\$ 30,734.93 \pm 35,518.87; median=10,880.69 and quartile 4,791.99-52,945.94). The specific costs of all types of surgeries included in this review are shown in table 2.

Table 2: Mean costs per bariatric surgery (US\$).

N	Surgery	Cost ($\mu \pm SD$)	Median (Q1-Q3)
19	No specific	49.419,63 \pm 96.707,49	4.871,03 (31.958,46 - 69.200)
40	RYGB - Open	31.561,39 \pm 32.875,38	13.180,25 (15.385,86 - 17.591,48)
20	AGB- Open	30.734,93 \pm 35.518,87	15.921,67 (17.905,02 - 27.244,64)
14	Vertical - Open	24.306,62 \pm 33.023,77	7.021,12 (13.249,64 - 21.677,62)
3	Vertical - Laparoscopic	22.809,21 \pm 12.093,3	6.106,69 (8.494,06 - 21.582,22)
26	AGB - Laparoscopic	17.816,94 \pm 26.044,55	4.791,99 (10.880,69 - 52.945,94)
2	Robotic	15.385,87 \pm 6.238,41	9.317,78 (10.352,9 - 11.388)
38	RYGB - Laparoscopic	15.007,77 \pm 10.463,58	8.801,53 (21.130,17 - 34.081,66)

Obs.: μ =mean; SD=standard deviation; RYGB-O = open Roux in Y gastric bypass; RYGB-L = laparoscopic Roux in Y gastric bypass; Vertical-O = open vertical gastrectomy, Vertical-L = laparoscopic vertical gastrectomy; AGB-O = open adjustable gastric band; AGB-L = laparoscopic adjustable gastric band.

The information about the costs of treating obese people was included in pre-surgical costs and is related to traditional treatment with medicines and drugs for the most obese-related diseases. The post-surgical costs are related to the costs after bariatric surgery for the same obese-related diseases (Table 3).

Table 3: Comparison of pre-surgical and post-surgical costs after bariatric surgery (US\$).

N	Resource evaluated	Cost ($\mu \pm SD$)	Median (Q1-Q3)
3	Outpatient	6.953,55 \pm 5.271,98	7.813,47 (4.558,97 - 9778,09)
13	Pre surgery Medicines and drugs	34.077,30 \pm 38.208,24	17.807,87 (1.254,83 - 67.220,11)
5	Impatient Stays	27.558,18 \pm 36.273,27	3.282,58 (2.280,46 - 53.288,32)
34	Total Cost*	40.342,30 \pm 37.716,16	31.958,46 (4.871,03 - 69.200,00)
28	Intercurrences after surgery	19.348,82 \pm 25.681,39	11.741,66 (1.692,00 - 27.327,31)
7	Medicines and drugs	7.782,43 \pm 7.246,34	4.795,16 (2.792,52 - 10.825,57)
17	Post-surgery T2DM treatment	11.080,80 \pm 25.903,23	3.984,21 (1.565,94 - 8.241,19)
10	MAI treatment	7.141,22 \pm 5.950,03	4.925,03 (3.927,44 - 7.893,64)
2	SAH treatment	2.247,05 \pm 1.163,15	2.247,05 (1.835,81 - 2.658,28)
2	Articular disease treatment	4.900,68 \pm 3.539,92	4.900,68 (3.649,13 - 6.152,24)
7	Total Cost	4.523,88 \pm 3.445,37	6.426,74 (1.135,81 - 6.914,53)

Obs.: μ = mean; SD = standard deviation; T2DM = type 2 diabetes mellitus; MAI = myocardial acute infarction, SAH = systemic arterial hypertension.

Effectiveness results

Most articles in the complete economic evaluation included in this review assessed the rate of resolution or decrease of the risk of the leading obesity-related diseases like diabetes, hypertension, dyslipidaemia or hyperlipidaemia, cardiovascular diseases, obesity-related cancer and mortality. The effectiveness of each cost-effectiveness study of bariatric surgery in terms of relative risk is shown in table 4.

Table 4: Effectiveness of cost-effectiveness studies on bariatric surgery.

Author, year	Country	Resource evaluated	Number of patients	R.R. (CI95%)
No specified				
Chang SH <i>et al.</i> , 2010	USA	Total Cost	61	0.35 (0.32 - 0.37)
Cremieux PY <i>et al.</i> , 2005	USA	Total Cost	5.000.000	0.72 (0.66 - 0.78)
Gulliford MC <i>et al.</i> , 2017	United Kingdom	T2DM	1.406	0.20 (0.13 - 0.30)
Gulliford MC <i>et al.</i> , 2017	United Kingdom	IAM-DCV	5.321	0.67 (0.54 - 0.83)
Gulliford MC <i>et al.</i> , 2017	United Kingdom	Mortality	22.296	0.45 (0.36 - 0.56)
Gulliford MC <i>et al.</i> , 2017	United Kingdom	Cancer	3.507	0.58 (0.44 - 0.77)
Gulliford MC <i>et al.</i> , 2017	United Kingdom	Depression	4.393	0.82 (0.78 - 0.87)
Gulliford MC <i>et al.</i> , 2017	United Kingdom	Depression	4.393	0.83 (0.76 - 0.9)
Gulliford MC <i>et al.</i> , 2017	United Kingdom	Depression	4.393	0.87 (0.78 - 0.97)
Ikramuddin S <i>et al.</i> , 2009	USA	DLM	83	0.90 (0.70 - 3.80)
Padwal R <i>et al.</i> , 2011	Canadá	Total Cost	60	0.76 (0.59 - 0.99)
Padwal R <i>et al.</i> , 2011	Canadá	Total Cost	60	0.67 (0.53 - 0.85)
Padwal R <i>et al.</i> , 2011	Canadá	Total Cost	4.047	0.76 (0.59 - 0.99)
Padwal R <i>et al.</i> , 2011	Canadá	Total Cost	1.856	0.94 (0.87 - 1.00)
Padwal R <i>et al.</i> , 2011	Canadá	Total Cost	1.856	0.75 (0.58 - 0.95)
Padwal R <i>et al.</i> , 2011	Canadá	T2DM	60	0.18 (0.07 - 0.45)
Padwal R <i>et al.</i> , 2011	Canadá	T2DM	60	0.77 (0.71 - 0.83)
Padwal R <i>et al.</i> , 2011	Canadá	T2DM	1.703	0.28 (0.07 - 0.45)
Padwal R <i>et al.</i> , 2011	Canadá	HAS	1.703	0.60 (0.38 - 0.91)
Padwal R <i>et al.</i> , 2011	Canadá	DLM	1.703	0.88 (1.60 - 3.60)
Padwal R <i>et al.</i> , 2011	Canadá	DLM	60	0.18 (0.07 - 0.45)
Padwal R <i>et al.</i> , 2011	Canadá	Cancer	4.047	0.67 (0.53 - 0.85)
Powers KA <i>et al.</i> , 2007	USA	T2DM	1.846	0.29 (0.14 - 0.63)
Powers KA <i>et al.</i> , 2007	USA	HAS	4.805	0.62 (0.56 - 0.68)
Powers KA <i>et al.</i> , 2007	USA	DLM	1.019	0.77 (0.79 - 0.90)
Welbourn R <i>et al.</i> , 2010	Canadá	Medicines/Drugs	3.201	0.12 (0.03 - 0.56)
Welbourn R <i>et al.</i> , 2010	Canadá	Medicines/Drugs	60	0.18 (0.07 - 0.45)
Welbourn R <i>et al.</i> , 2010	Canadá	Total Cost	3.201	0.76 (0.59 - 0.99)
Zhou X <i>et al.</i> , 2015	USA	Total Cost	332	0.33 (0.01 - 1.00)
Zhou X <i>et al.</i> , 2015	USA	Total Cost	28.528	0.38 (0.29 - 0.50)
Zhou X <i>et al.</i> , 2015	USA	IAM-DCV	34	0.37 (0.01 - 1.00)
Zhou X <i>et al.</i> , 2015	USA	IAM-DCV	43	1.52 (0.06 - 3.19)
Zhou X <i>et al.</i> , 2015	USA	IAM-DCV	30	0.32 (0.01 - 8.24)
Zhou X <i>et al.</i> , 2015	USA	IAM-DCV	90	0.33 (0.03 - 3.19)
Zhou X <i>et al.</i> , 2015	USA	IAM-DCV	43	0.96 (0.10 - 9.55)
Zhou X <i>et al.</i> , 2015	USA	IAM-DCV	5.726	0.71 (0.54 - 0.94)
Zhou X <i>et al.</i> , 2015	USA	IAM-DCV	4.612	0.66 (0.49 - 0.89)
Zhou X <i>et al.</i> , 2015	USA	IAM-DCV	3.614	0.33 (0.13 - 0.83)
Zhou X <i>et al.</i> , 2015	USA	IAM-DCV	2.688	0.12 (0.09 - 0.17)
Zhou X <i>et al.</i> , 2015	USA	IAM-DCV	2.010	0.67 (0.54 - 0.83)
Zhou X <i>et al.</i> , 2015	USA	Cancer	489	0.74 (0.65 - 0.85)
Zhou X <i>et al.</i> , 2015	USA	Cancer	280	0.55 (0.35 - 0.85)
Zhou X <i>et al.</i> , 2015	USA	Cancer	178	0.66 (0.37 - 1.19)
Zhou X <i>et al.</i> , 2015	USA	Mortality	287	0.33 (0.01 - 1.00)
Sleeve-Open				
Powers KA <i>et al.</i> , 2007	USA	Mortality	66	0.65 (0.46 - 0.71)
Powers KA <i>et al.</i> , 2007	USA	Mortality	215	0.71 (0.22 - 0.92)
Powers KA <i>et al.</i> , 2007	USA	T2DM	66	0.69 (0.55 - 0.88)
Powers KA <i>et al.</i> , 2007	USA	IAM-DCV	66	0.73 (0.54 - 0.94)
Powers KA <i>et al.</i> , 2007	USA	HAS	382	0.74 (0.59 - 0.79)
Powers KA <i>et al.</i> , 2007	USA	DLM	215	0.61 (0.28 - 0.86)
Powers KA <i>et al.</i> , 2007	USA	Cancer	66	0.65 (0.48 - 0.85)
R-YGB-Laparoscopic				
Ikramuddin S <i>et al.</i> , 2009	USA	HAS	38	0.47 (0.46 - 0.60)
R-YGB-Open				
Powers KA <i>et al.</i> , 2007	USA	T2DM	989	0.90 (0.77 - 0.97)
Powers KA <i>et al.</i> , 2007	USA	HAS	2.115	0.67 (0.58 - 0.76)
Powers KA <i>et al.</i> , 2007	USA	DLM	125	0.96 (0.93 - 1.00)
AGB-Laparoscopic				
Gulliford MC <i>et al.</i> , 2017	United Kingdom	T2DM	60	0.20 (0.13 - 0.30)
Keating CL <i>et al.</i> , 2012	Austrália	T2DM	11.769	0.18 (0.17 - 0.18)
AGB-Open				

Padwal R <i>et al.</i> , 2011	Canadá	T2DM	60	0.18 (0.07 - 0.45)
Powers KA <i>et al.</i> , 2007	USA	T2DM	205	0.43 (0.29 - 0.67)
Powers KA <i>et al.</i> , 2007	USA	HAS	604	0.43 (0.30 - 0.56)
Powers KA <i>et al.</i> , 2007	USA	DLM	426	0.59 (0.28 - 0.89)
Welbourn R <i>et al.</i> , 2007	Canada	Mortality	966	0.18 (0.10 - 0.85)

Obs.: RR = relative risk, CI95% = confidence interval 95%; DLM = dyslipidemias; T2DM = type 2 diabetes mellitus; SAH = systemic arterial hypertension; IAM/CVD = acute myocardial infarction/cardiovascular diseases.

Quality of life outcomes

We have assessed the information about effectiveness in terms of gains in quality of life for the patients undergoing bariatric surgery and the costs to reach one point in the quality-adjusted life years (QALYs) score. Cost-effectiveness analysis of open RYGB found that the cost for one point increased in QALY is necessary (μ =US\$ 116.960,74 \pm 56.075,37), followed by laparoscopic AGB (μ =18.819,63 \pm 4.090,32) and open Vertical gastrectomy (μ =16.902,09). For all types of surgery, without specification in general, the total amount for the increase of one point in QALY score is US\$ 13.094,43 (\pm 16.250,69).

The incremental cost-effectiveness ratio (ICER) is the additional costs to be paid to obtain the additional effect of the outcome of interest compared to previous traditional treatment.

The ICER of bariatric surgery was assessed in the studies that have calculated the costs to gain one point in the QALY score after bariatric surgery compared with the costs to gain the same one point in the traditional medical non-surgical treatment. For most studies, the ICER was calculated by dividing the difference in costs between two treatments (incremental costs) by the score of QALY.

The most expensive incremental cost to gain one point of QALY was observed in laparoscopic Vertical gastrectomy (μ =US\$ 134.106,79 \pm 43.437,95), followed by laparoscopic RYGB (μ =US\$ 48.443,99 \pm 60.006,04) and open RYGB (μ =US\$ 26.929,42 \pm 26.801,70) (Table 5).

Table 5: Quality of life and cost-effectiveness of bariatric surgery (US\$).

Surgery	Patients	QALY ($\mu \pm$ SD)	ICER ($\mu \pm$ SD)
R-YGB-Laparoscopic	6896450	116.960,74 \pm 56.075,37	48.443,99 \pm 60.006,04
AGB-Laparoscopic	1944797	18.819,63 \pm 4.090,32	11.276,91 \pm 19.522,40
Sleeve-Open	22494	(16.902,09)*	(4.715,32)
No specified	820713	13.094,43 \pm 16.250,69	13.381,01 \pm 11.439,67
Y-YGB-Open	5831558	9.620,84 \pm 5.172,88	26.929,42 \pm 26.801,70
AGB-Open	31885	(2.933,86)	12.237,78 \pm 10.638,36
Sleeve-Laparoscopic	800	-	134.106,79 \pm 43.437,95

Obs.: μ = mean; SD = standard deviation; RYGB-O = open Roux in Y gastric bypass; RYGB-L = laparoscopic Roux in Y gastric bypass; Vertical-O = open vertical gastrectomy, Vertical-L = laparoscopic vertical gastrectomy; AGB-O = open adjustable gastric band; AGB-L = laparoscopic adjustable gastric band; QALY = quality adjusted life years; ICER = incremental cost-effectiveness analysis.

Resolution rates

Some articles presented the effectiveness of bariatric surgery in terms of resolution rates of main obese-related diseases. The average amount of excess weight loss was 16,27 kg, and the resolution rate of obesity was 60% of the total number of patients (Table 6).

Table 6: Bariatric surgery resolution rates of obesity-related diseases.

Surgery	N	Weight loss		T2DM (%)	SAH (%)	DLM (%)	APN (%)
		(kg)	(%)				
AGB-Open							
Tang Q <i>et al.</i> ¹²⁰	80					28,2	
James R <i>et al.</i> ¹²⁷	1000			66,7	55,9		
Mäklin S <i>et al.</i> ¹²²	1000			47,9	43,2		
Powers KA <i>et al.</i> ¹²⁷	4047		60	83,7	67,5	73,1	
Picot J <i>et al.</i> ⁸⁸	17			71,6	61,7		
Pooled	6144		60	67,48	57,08	50,6	
AGB-Laparoscopic							
Padwal R <i>et al.</i> ¹²⁹	102069	16,3		36,1		19,1	
Padwal R <i>et al.</i> ¹²⁹	102069	17,6				73,1	
Padwal R <i>et al.</i> ¹²⁹	102069	14,9				46,1	
Terranova L <i>et al.</i> ¹³⁵	135246			78,1		58,9	
Anselmino M <i>et al.</i> ¹²⁶	1000					79,3	
Picot J <i>et al.</i> ⁸⁸	17			71,6	61,7		
Pooled	442470	16,27		61,93	61,7	55,3	
R-YGB-Open							
Powers K.A. <i>et al.</i> ¹²³	16.944		60	83,7	67,5	73	
James R <i>et al.</i> ¹²⁷	1.000			66,7	55,9		
Mäklin S <i>et al.</i> ¹²²	1.000			47,9	43,2		
McEwen LN <i>et al.</i> ⁵³	221					100	
Pooled	19.165		60	64,9	60,78	61,87	
R-YGB-Laparoscopic							
Padwal R <i>et al.</i> ¹²⁹	102.069	16,27		36,1		46,1	
Terranova L <i>et al.</i> ¹³⁵	135.246			78,1		58,9	
Anselmino M <i>et al.</i> ¹²⁶	1.000					79,3	
Klebanoff MJ <i>et al.</i> ¹³⁶	228					86,3	
Powers K.A. <i>et al.</i> ¹²³	4.047		60	83,7	67,5	73	
McEwen LN <i>et al.</i> ⁵³	10.000					100	
Pooled	252.590	16,27	60	65,94	67,5	66,98	
No specified							
Bairdain S & Samnaliev M ¹³⁴	1.000			70,7	59,1		
Chang SH <i>et al.</i> ¹¹⁴	280.315			88,2	67,8		
Craig BM <i>et al.</i> ¹¹³	608					73,6	
Ikramuddin S <i>et al.</i> ¹¹²	2.223			29,1	30,4		
Gulliford MC <i>et al.</i> ¹¹⁶	250.258			76,8	69		81,5
Castilla I <i>et al.</i> ¹¹⁸	1.000			82,9	79		81,5
Karim MA <i>et al.</i> ¹¹¹	88			75,9	48,4		
Pooled	535.492			70,6	58,95	73,6	81,5
Sleeve-Open							
James R <i>et al.</i> ¹²⁷	1.000			66,7	55,9		
Mäklin S <i>et al.</i> ¹²²	1000			47,9	43,2		
Pooled	2000			57,3	49,55		
Sleeve-Laparoscopic							
Klebanoff MJ <i>et al.</i> ¹³⁶	228					86,3	
Pooled	228					86,3	
All studies pooled		16,27	60,0	65,86	57,93	67,35	81,50

Obs.: μ = mean; SD = standard deviation; RYGB-O = open Roux in Y gastric bypass; RYGB-L = laparoscopic Roux in Y gastric bypass; Vertical-O = open vertical gastrectomy, Vertical-L = laparoscopic vertical gastrectomy; AGB-O = open adjustable gastric band; AGB-L = laparoscopic adjustable gastric band; DLM = dyslipidemias; T2DM = type 2 diabetes mellitus; SAH = systolic arterial hypertension; AMI/CVD = acute myocardial infarction /cardiovascular disease; APN = apnea.

Meta-analysis

We have performed a meta-analysis of studies that have evaluated the costs and effectiveness of bariatric surgery, including the total expenditure after the bariatric surgery by year, income level, region, costs in medicines/drugs, inpatient costs and the expenditure with T2DM treatment. In addition, the effectiveness was performed with the OR/RR between the main health outcomes related to obesity diseases before/after the bariatric surgery.

Costs

Total cost

The meta-analysis of the studies that included the evaluation of the overall cost of obesity-related diseases before/after the type of surgery is presented in Table 7 and figure 1.

Table 7: Total cost before and after bariatric surgery according to type of surgery.

Study	SMD	[95% Conf. Interval]		Weight
AGB-L Anselmino, 2009f	1.936	1.829	2.042	2.75
Anselmino, 2009e	1.936	1.829	2.042	2.75
Sub-total (p<0,001)	1.936	1.861	2.011	5.49
AGB-O Czernichow, 2009a	-0.723	-0.876	-0.57	2.74
Czernichow, 2009b	-0.723	-0.876	-0.57	2.74
Tang, 2016e	-2.995	-3.448	-2.542	2.58
Tang, 2016f	-2.995	-3.448	-2.542	2.58
Mäklin, 2011a	0.525	0.436	0.614	2.75
Mäklin, 2011b	0.525	0.436	0.614	2.75
Sub-total (p=0,005)	-1.025	-1.749	-0.302	16.14
All Karim, 2012e	4.062	3.268	4.856	2.29
Karim, 2012f	4.062	3.268	4.856	2.29
Karim, 2012c	2.509	2.113	2.904	2.62
Karim, 2012d	2.509	2.113	2.904	2.62
Turri, 2021c	-0.254	-0.525	0.016	2.69
Smith, 2019g	-0.889	-0.935	-0.842	2.75
Doumouras, 2017d	-2.474	-2.538	-2.411	2.75
Wang, 2019e	0.023	-0.032	0.078	2.75
Smith, 2019h	-0.603	-0.649	-0.557	2.75
Smith, 2019f	-0.433	-0.479	-0.387	2.75
Smith, 2019e	-1.002	-1.049	-0.954	2.75
Wang, 2019f	0	-0.056	0.055	2.75
Doumouras, 2017c	-1.548	-1.607	-1.488	2.75
Doumouras, 2017e	-1.605	-1.664	-1.545	2.75
Doumouras, 2017b	-1.367	-1.426	-1.308	2.75
Doumouras, 2017a	-0.81	-0.867	-0.752	2.75
Chang, 2010a	-1.57	-1.575	-1.564	2.76
Chang, 2010b	-1.57	-1.575	-1.564	2.76
Sub-total (p<0,001)	-0.443	-0.604	-0.282	48.32
Sleeve-L Smith, 2019s	-0.131	-0.273	0.012	2.74
Sub-total (p=0,072)	-0.131	-0.273	0.012	2.74
Sleeve-O Czernichow, 2009c	-0.822	-0.976	-0.667	2.74
Czernichow, 2009d	-0.822	-0.976	-0.667	2.74
Sub-total (p<0,001)	-0.822	-0.931	-0.713	5.47
YRGB-L Smith, 2019t	-0.669	-0.748	-0.591	2.75
Smith, 2019u	-0.483	-0.606	-0.361	2.74
Sub-total (p<0,001)	-0.583	-0.764	-0.401	5.49
YRGB-O Maciejewski, 2008b	-4.882	-4.914	-4.85	2.76

Maciejewski, 2008a	-4.882	-4.914	-4.85	2.76
Mäklin, 2011e	0.961	0.868	1.053	2.75
Mäklin, 2011f	0.961	0.868	1.053	2.75
Tang, 2016h	-0.879	-1.204	-0.554	2.67
Tang, 2016g	-0.879	-1.204	-0.554	2.67
Sub-total (p=0,095)	-1.602	-3.484	0.281	16.34
Overall (p=0,001)	-0.473	-0.764	-0.182	100

Obs.: SMD = standard mean difference.

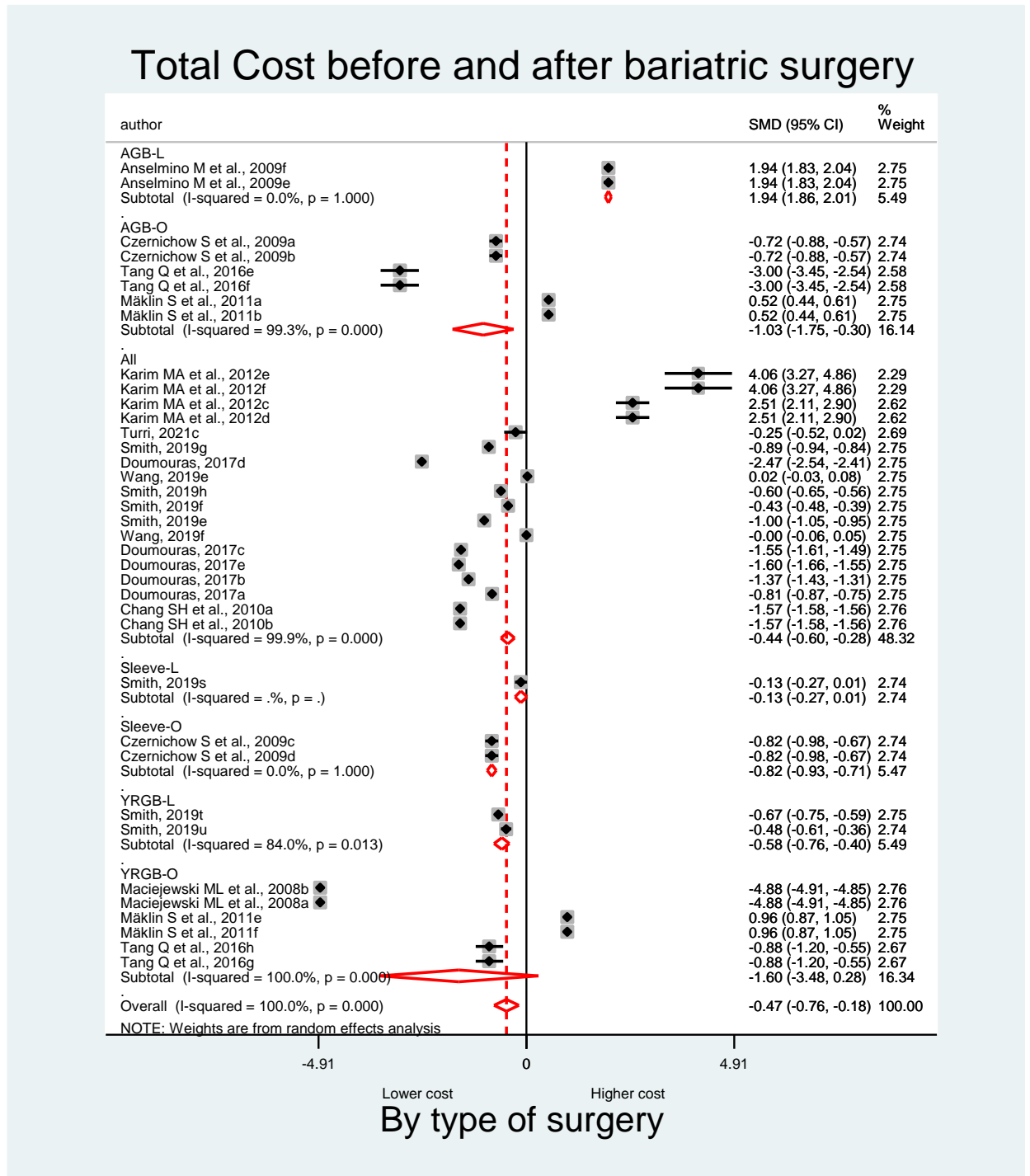


Figure 2: Total cost before and after bariatric surgery according to type of surgery.

Total cost by region

The metanalysis of the studies that included the evaluation of the overall cost of obesity-related diseases before/after by the region where the surgery was performed is presented in Table 8 and figure 3.

Table 8: Total cost before and after bariatric surgery according to region of the world.

Study	SMD	[95% Conf. Interval]			Weight
East Asia & Pacific	Tang, 2016e	-2.995	-3.448	-2.542	1.75
	Tang, 2016f	-2.995	-3.448	-2.542	1.75
	Tang, 2016g	-0.879	-1.204	-0.554	1.8
	Tang, 2016h	-0.879	-1.204	-0.554	1.8
Sub-total (p=0,001)	-1.927	-3.082	-0.772	7.09	
Europe & Central Asia	Anselmino, 2009c	3.523	3.442	3.603	1.84
	Villach,, 2021a	0.675	0.451	0.899	1.82
	Karim, 2012a	3.719	3.229	4.209	1.74
	Karim, 2012b	3.719	3.229	4.209	1.74
	Villach,, 2021b	0.331	0.112	0.55	1.82
	Villach,, 2021c	1.058	0.756	1.361	1.8
	Villach,, 2021d	1.035	0.733	1.336	1.8
	Anselmino, 2009d	3.523	3.442	3.603	1.84
	Anselmino, 2009e	1.936	1.829	2.042	1.84
	Anselmino, 2009f	1.936	1.829	2.042	1.84
	Mäklin, 2011a	0.525	0.436	0.614	1.84
	Mäklin, 2011b	0.525	0.436	0.614	1.84
	Mäklin, 2011c	0.961	0.868	1.053	1.84
	Mäklin, 2011d	0.961	0.868	1.053	1.84
	Karim, 2012c	2.509	2.113	2.904	1.77
	Karim, 2012d	2.509	2.113	2.904	1.77
	Karim, 2012e	4.062	3.268	4.856	1.58
	Karim, 2012f	4.062	3.268	4.856	1.58
	Czernichow, 2009a	-0.723	-0.876	-0.57	1.84
	Czernichow, 2009b	-0.723	-0.876	-0.57	1.84
Czernichow, 2009c	-0.822	-0.976	-0.667	1.83	
Czernichow, 2009d	-0.822	-0.976	-0.667	1.83	
Sub-total (p<0,001)	1.547	0.909	2.186	39.51	
North America	Smith, 2019a	-1.325	-1.374	-1.276	1.85
	Smith, 2019b	-0.727	-0.774	-0.681	1.85
	Smith, 2019i	-0.936	-0.995	-0.878	1.84
	Smith, 2019j	-0.555	-0.612	-0.499	1.85
	Smith, 2019k	0.275	0.219	0.331	1.85
	Smith, 2019l	0.05	-0.006	0.105	1.85
	Smith, 2019c	-0.83	-0.877	-0.783	1.85
	Smith, 2019d	-0.339	-0.385	-0.294	1.85
	Smith, 2019m	-0.642	-0.699	-0.585	1.85
	Smith, 2019n	-0.294	-0.35	-0.238	1.85
	Maciejewski 2008a	-4.882	-4.914	-4.85	1.85
	Maciejewski 2008b	-4.882	-4.914	-4.85	1.85
	Chang 2010a	-1.57	-1.575	-1.564	1.85
	Chang 2010b	-1.57	-1.575	-1.564	1.85
	Smith, 2019e	-1.002	-1.049	-0.954	1.85
	Smith, 2019f	-0.433	-0.479	-0.387	1.85
	Smith, 2019g	-0.889	-0.935	-0.842	1.85
	Smith, 2019h	-0.603	-0.649	-0.557	1.85
	Doumouras, 2017a	-0.81	-0.867	-0.752	1.84
	Doumouras, 2017b	-1.367	-1.426	-1.308	1.84
Doumouras, 2017c	-1.548	-1.607	-1.488	1.84	
Doumouras, 2017d	-2.474	-2.538	-2.411	1.84	

	Doumouras, 2017e	-1.605	-1.664	-1.545	1.84
	Smith, 2019s	-0.131	-0.273	0.012	1.84
	Smith, 2019t	-0.669	-0.748	-0.591	1.84
	Smith, 2019u	-0.483	-0.606	-0.361	1.84
Sub-total (p<0,001)		-1.164	-1.482	-0.846	47.96
South America	Turri, 2021a	0.245	-0.026	0.515	1.81
	Turri, 2021b	0.225	-0.045	0.495	1.81
	Turri, 2021c	-0.254	-0.525	0.016	1.81
Sub-total (p=0,66)		0.072	-0.248	0.391	5.43
Overall (p=0,508)		-0.089	-0.352	0.174	100

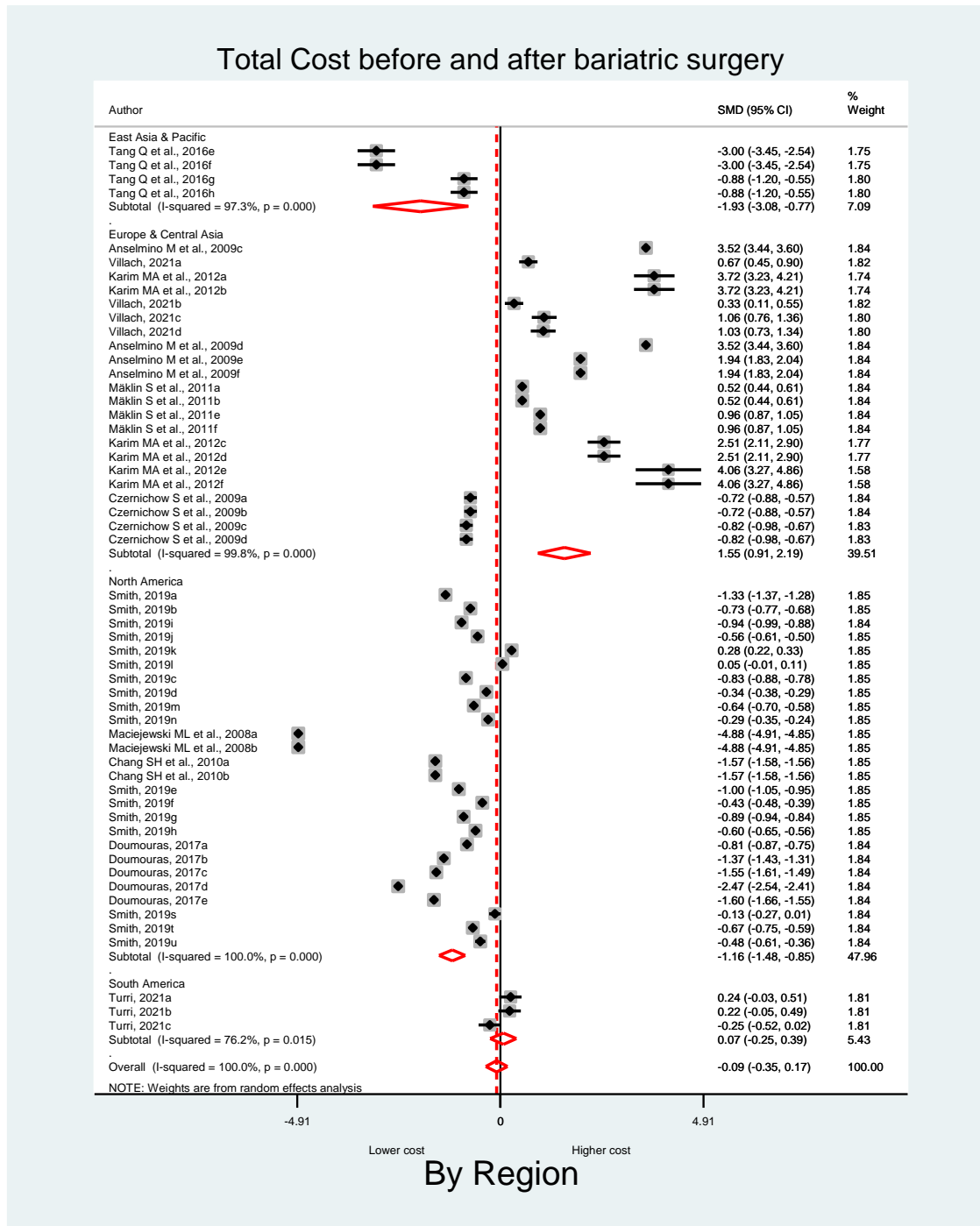


Figure 3: Forest plot of studies evaluating bariatric surgery costs according to region of the world.

Total cost according to country income level

The metanalysis of the studies that included the evaluation of the overall cost of obesity-related diseases before/after by the income level is presented in Table 9 and figure 4.

Table 9: Meta-analysis of cost increase/reduction after bariatric surgery according to country income level.

Study	SMD	[95% Conf. Interval]		Weight	
Anselmino, 2009c	3.523	3.442	3.603	1.84	
Anselmino, 2009d	3.523	3.442	3.603	1.84	
Anselmino, 2009e	1.936	1.829	2.042	1.84	
Anselmino, 2009f	1.936	1.829	2.042	1.84	
Chang, 2010a	-1.57	-1.575	-1.564	1.85	
Chang, 2010b	-1.57	-1.575	-1.564	1.85	
Czernichow, 2009a	-0.723	-0.876	-0.57	1.84	
Czernichow, 2009b	-0.723	-0.876	-0.57	1.84	
Czernichow, 2009c	-0.822	-0.976	-0.667	1.83	
Czernichow, 2009d	-0.822	-0.976	-0.667	1.83	
Doumouras, 2017a	-0.81	-0.867	-0.752	1.84	
Doumouras, 2017b	-1.367	-1.426	-1.308	1.84	
Doumouras, 2017c	-1.548	-1.607	-1.488	1.84	
Doumouras, 2017d	-2.474	-2.538	-2.411	1.84	
Doumouras, 2017e	-1.605	-1.664	-1.545	1.84	
Karim, 2012a	3.719	3.229	4.209	1.74	
Karim, 2012b	3.719	3.229	4.209	1.74	
Karim, 2012c	2.509	2.113	2.904	1.77	
Karim, 2012d	2.509	2.113	2.904	1.77	
Karim, 2012e	4.062	3.268	4.856	1.58	
Karim, 2012f	4.062	3.268	4.856	1.58	
Maciejewski, 2008a	-4.882	-4.914	-4.85	1.85	
Maciejewski, 2008b	-4.882	-4.914	-4.85	1.85	
High Income Mäklin, 2011a	0.525	0.436	0.614	1.84	
Mäklin, 2011b	0.525	0.436	0.614	1.84	
Mäklin, 2011e	0.961	0.868	1.053	1.84	
Mäklin, 2011f	0.961	0.868	1.053	1.84	
Smith, 2019a	-1.325	-1.374	-1.276	1.85	
Smith, 2019b	-0.727	-0.774	-0.681	1.85	
Smith, 2019c	-0.83	-0.877	-0.783	1.85	
Smith, 2019d	-0.339	-0.385	-0.294	1.85	
Smith, 2019e	-1.002	-1.049	-0.954	1.85	
Smith, 2019f	-0.433	-0.479	-0.387	1.85	
Smith, 2019g	-0.889	-0.935	-0.842	1.85	
Smith, 2019h	-0.603	-0.649	-0.557	1.85	
Smith, 2019i	-0.936	-0.995	-0.878	1.84	
Smith, 2019j	-0.555	-0.612	-0.499	1.85	
Smith, 2019k	0.275	0.219	0.331	1.85	
Smith, 2019l	0.05	-0.006	0.105	1.85	
Smith, 2019m	-0.642	-0.699	-0.585	1.85	
Smith, 2019n	-0.294	-0.35	-0.238	1.85	
Smith, 2019s	-0.131	-0.273	0.012	1.84	
Smith, 2019t	-0.669	-0.748	-0.591	1.84	
Smith, 2019u	-0.483	-0.606	-0.361	1.84	
Villach, 2021a	0.675	0.451	0.899	1.82	
Villach, 2021b	0.331	0.112	0.55	1.82	
Villach, 2021c	1.058	0.756	1.361	1.8	
Villach, 2021d	1.035	0.733	1.336	1.8	
Sub-total	(p=0,728)	0.05	-0.231	0.331	87.47
Middle Income	Turri, 2021a	0.245	-0.026	0.515	1.81

		Turri, 2021b	0.225	-0.045	0.495	1.81
		Turri, 2021c	-0.254	-0.525	0.016	1.81
Sub-total		(p=0,66)	0.072	-0.248	0.391	5.43
Upper Income	Middle	Tang, 2016e	-2.995	-3.448	-2.542	1.75
		Tang, 2016f	-2.995	-3.448	-2.542	1.75
		Tang, 2016g	-0.879	-1.204	-0.554	1.8
		Tang, 2016h	-0.879	-1.204	-0.554	1.8
Sub-total		(p=0,001)	-1.927	-3.082	-0.772	7.09
Overall		(p=0,508)	-0.089	-0.352	0.174	100

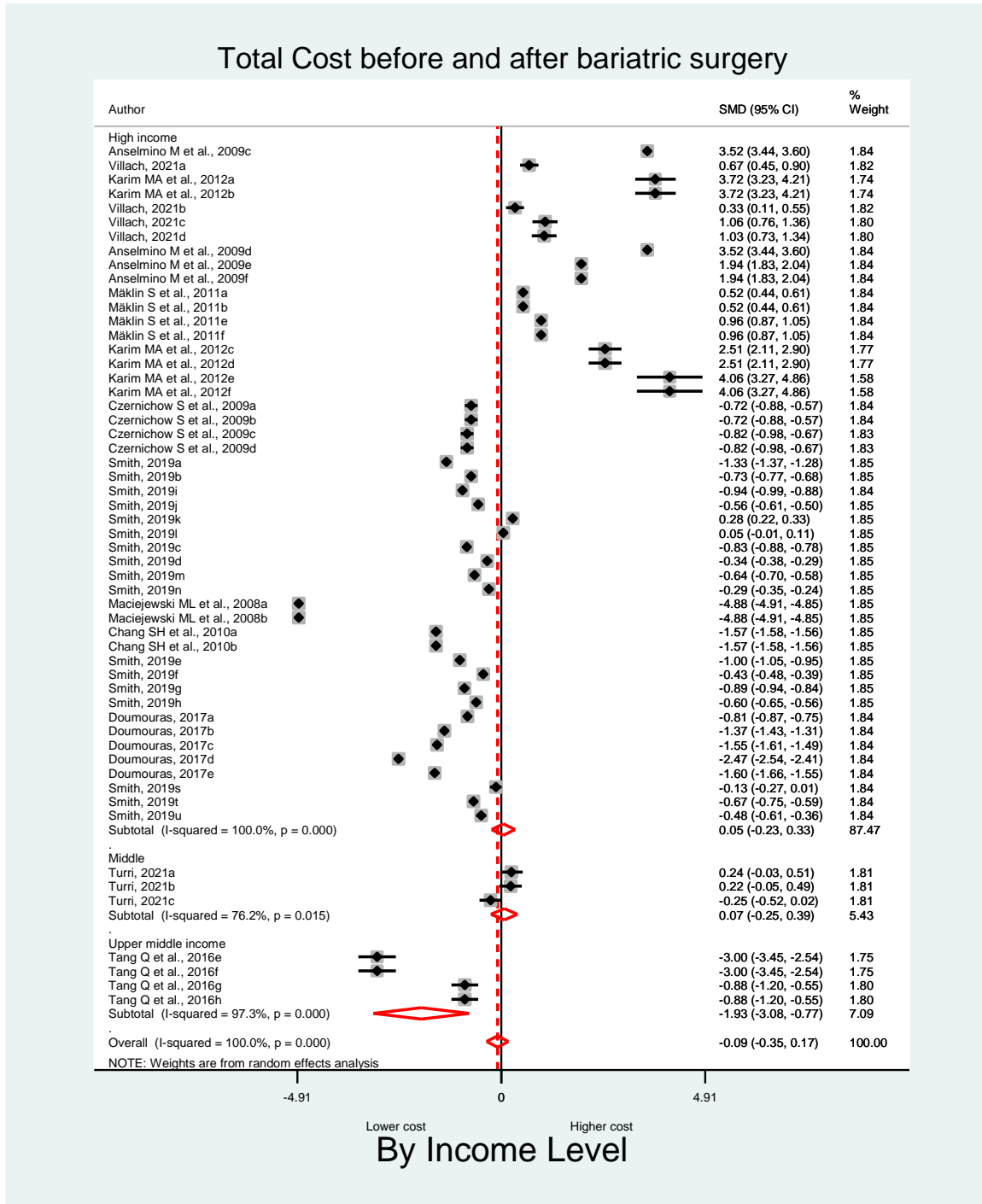


Figure 4: Forest plot of studies evaluating bariatric surgery costs according to country income level.

Total cost by resource use and T2DM treatment cost

We have performed a meta-analysis of average and standard deviation of costs of all types of bariatric surgery, costs of treatment of T2DM and costs of medicines, in comparison to non-surgical traditional treatment or the cost of being obese, Medicines/Drugs by type of surgery, type of resource evaluated, per country of publication, year of publication, region of the world and income level. The main findings with the total average estimative of effect and confidence interval are shown in table 10 and figure 5.

Table 10: Meta-analysis of cost increase/reduction after bariatric surgery by outcome

Study	SMD	[95% Conf. Interval]		Weight	
Inpatient	Smith, 2019a	-1.325	-1.374	-1.276	5.04
	Smith, 2019b	-0.727	-0.774	-0.681	5.04
	Smith, 2019i	-0.936	-0.995	-0.878	5.04
	Smith, 2019j	-0.555	-0.612	-0.499	5.04
	Turri, 2021a	0.245	-0.026	0.515	4.98
Sub-total	(p<0,001)	-0.683	-1.002	-0.364	25.13
Medicines	Karim, 2012a	3.719	3.229	4.209	4.84
	Karim, 2012b	3.719	3.229	4.209	4.84
	Smith, 2019k	0.275	0.219	0.331	5.04
	Smith, 2019l	0.05	-0.006	0.105	5.04
	Turri, 2021b	0.225	-0.045	0.495	4.98
	Villach, 2021b	0.331	0.112	0.55	5
	Villach, 2021c	1.058	0.756	1.361	4.96
	Villach, 2021d	1.035	0.733	1.336	4.96
Sub-total	(p<0,001)	1.209	0.814	1.605	39.65
Outpatient	Smith, 2019c	-0.83	-0.877	-0.783	5.04
	Smith, 2019d	-0.339	-0.385	-0.294	5.04
	Smith, 2019m	-0.642	-0.699	-0.585	5.04
	Smith, 2019n	-0.294	-0.35	-0.238	5.04
Sub-total	(p<0,001)	-0.526	-0.784	-0.268	20.15
T2DM	Villach, 2021a	0.675	0.451	0.899	5
	Anselmino, 2009c	3.523	3.442	3.603	5.03
	Anselmino, 2009d	3.523	3.442	3.603	5.03
Sub-total	(p<0,001)	2.582	1.544	3.619	15.07
Overall	(p=0,023)	0.624	0.085	1.163	100

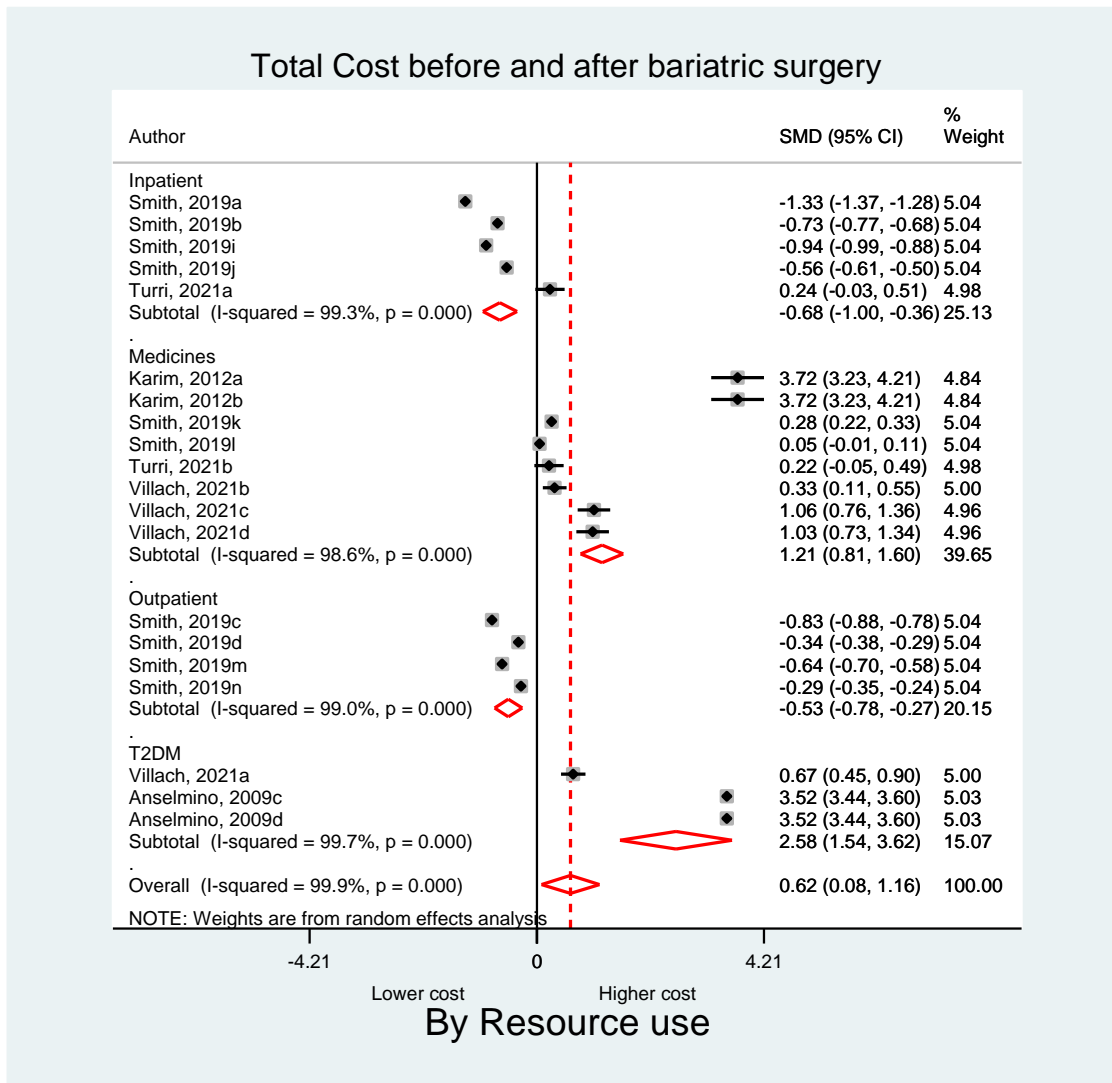


Figure 5. Forest plot of studies evaluating effectiveness of bariatric surgery on utilization of resources.

Total cost according to year of the surgery

The meta-analysis of the studies that included the evaluation of the overall cost of obesity-related diseases before/after by the year when the surgery was performed is presented in Table 11 and figure 6.

Table 11: Meta-analysis of cost increase/reduction after bariatric surgery, according to year of the surgery.

Study	SMD	[95% Conf. Interval]	Weight
2009	Anselmino, 2009c	3.523 3.442 3.603	5.03
	Anselmino, 2009d	3.523 3.442 3.603	5.03
Sub-total	(p<0,001)	3.523 3.465 3.58	10.07
2019	Smith, 2019a	-1.325 -1.374 -1.276	5.04
	Smith, 2019b	-0.727 -0.774 -0.681	5.04
	Smith, 2019i	-0.936 -0.995 -0.878	5.04
	Smith, 2019j	-0.555 -0.612 -0.499	5.04
	Smith, 2019k	0.275 0.219 0.331	5.04
	Smith, 2019l	0.05 -0.006 0.105	5.04
	Smith, 2019c	-0.83 -0.877 -0.783	5.04
	Smith, 2019d	-0.339 -0.385 -0.294	5.04

	Smith, 2019m	-0.642	-0.699	-0.585	5.04
	Smith, 2019n	-0.294	-0.35	-0.238	5.04
Sub-total	(p<0,001)	-0.533	-0.822	-0.243	50.38
2021	Turri, 2021a	0.245	-0.026	0.515	4.98
	Turri, 2021b	0.225	-0.045	0.495	4.98
	Villach, 2021b	0.331	0.112	0.55	5
	Villach, 2021c	1.058	0.756	1.361	4.96
	Villach, 2021d	1.035	0.733	1.336	4.96
	Villach, 2021a	0.675	0.451	0.899	5
Sub-total	(p<0,001)	0.588	0.301	0.874	29.87
2011	Karim, 2012a	3.719	3.229	4.209	4.84
	Karim, 2012b	3.719	3.229	4.209	4.84
Sub-total	(p<0,001)	3.719	3.373	4.065	9.68
Overall	(p=0,023)	0.624	0.085	1.163	100

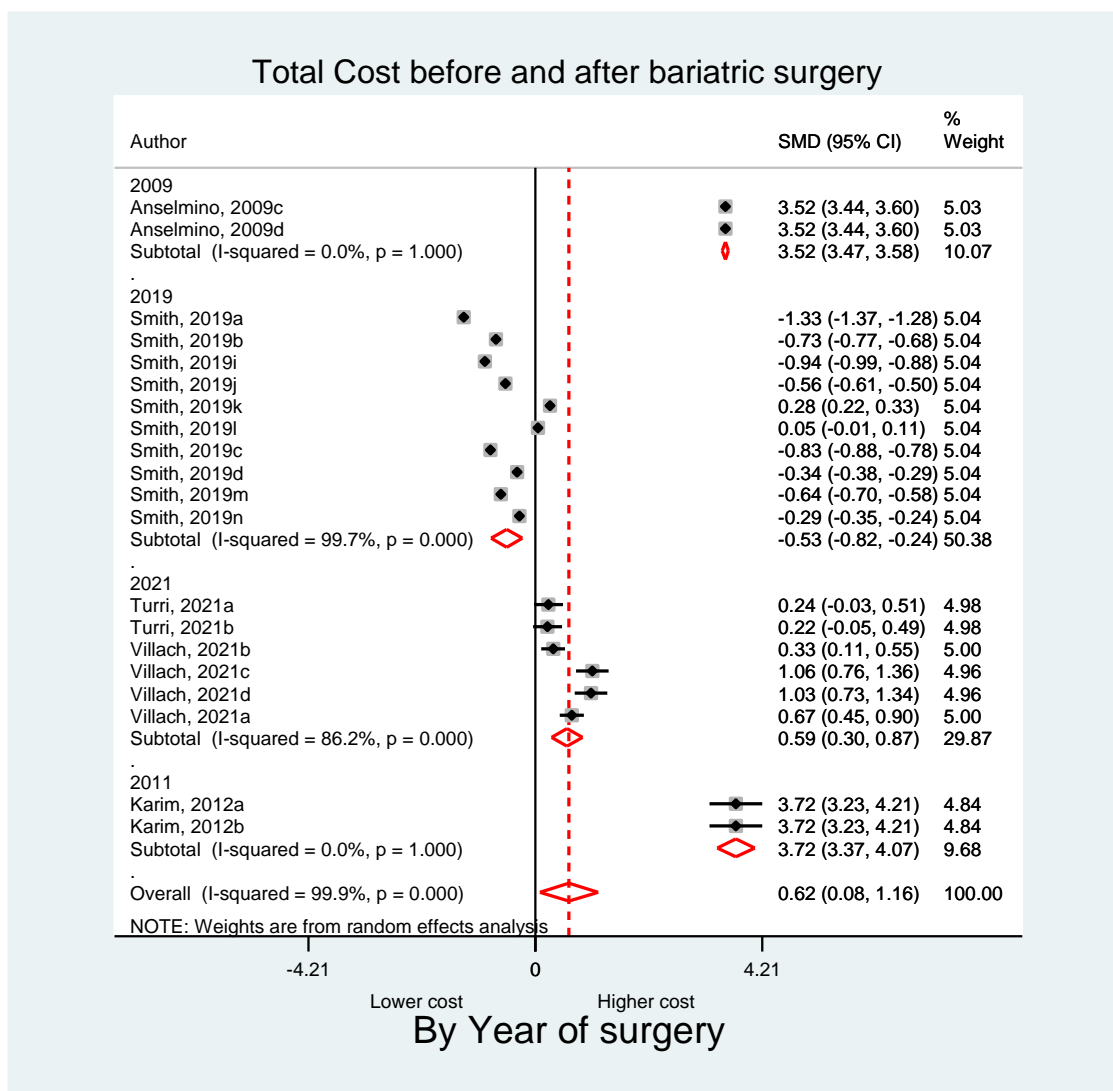


Figure 6: Meta-analysis of cost increase/reduction after bariatric surgery, according to year of surgery.

Effectiveness

We have performed a meta-analysis of relative risk and confidence interval of the effectiveness of all types of bariatric surgery in terms of the most obesity-related diseases like T2DM, systolic arterial hypertension,

dyslipidaemia or hyperlipidaemia, obesity-related cancer, cardiovascular diseases including acute myocardial infarction, total mortality, depression and use of medicines and total cost.

The main findings with the total medicines/drugs estimative of effect in terms of relative risk and confidence interval for bariatric surgery compared with the traditional treatment of obese people.

Mortality

The meta-analysis of the studies that included the evaluation of the mortality risk in obesity-related diseases before/after has shown an overall reduction of 49.5% of death after bariatric surgery (Table 12).

Table 12: Meta-analysis of mortality risk after bariatric surgery.

Mortality	ES	[95% Conf. Interval]		Weight
Gulliford, 2017f	0.45	0.36	0.56	34.03
Powers, 2007g	0.65	0.46	0.71	31.66
Powers, 2007h	0.71	0.22	0.92	13.63
Welbourn, 2007a	0.18	0.1	0.85	12.43
Zhou, 2015n	0.33	0.01	1	8.25
Overall (p<0,001)	0.505	0.345	0.665	100

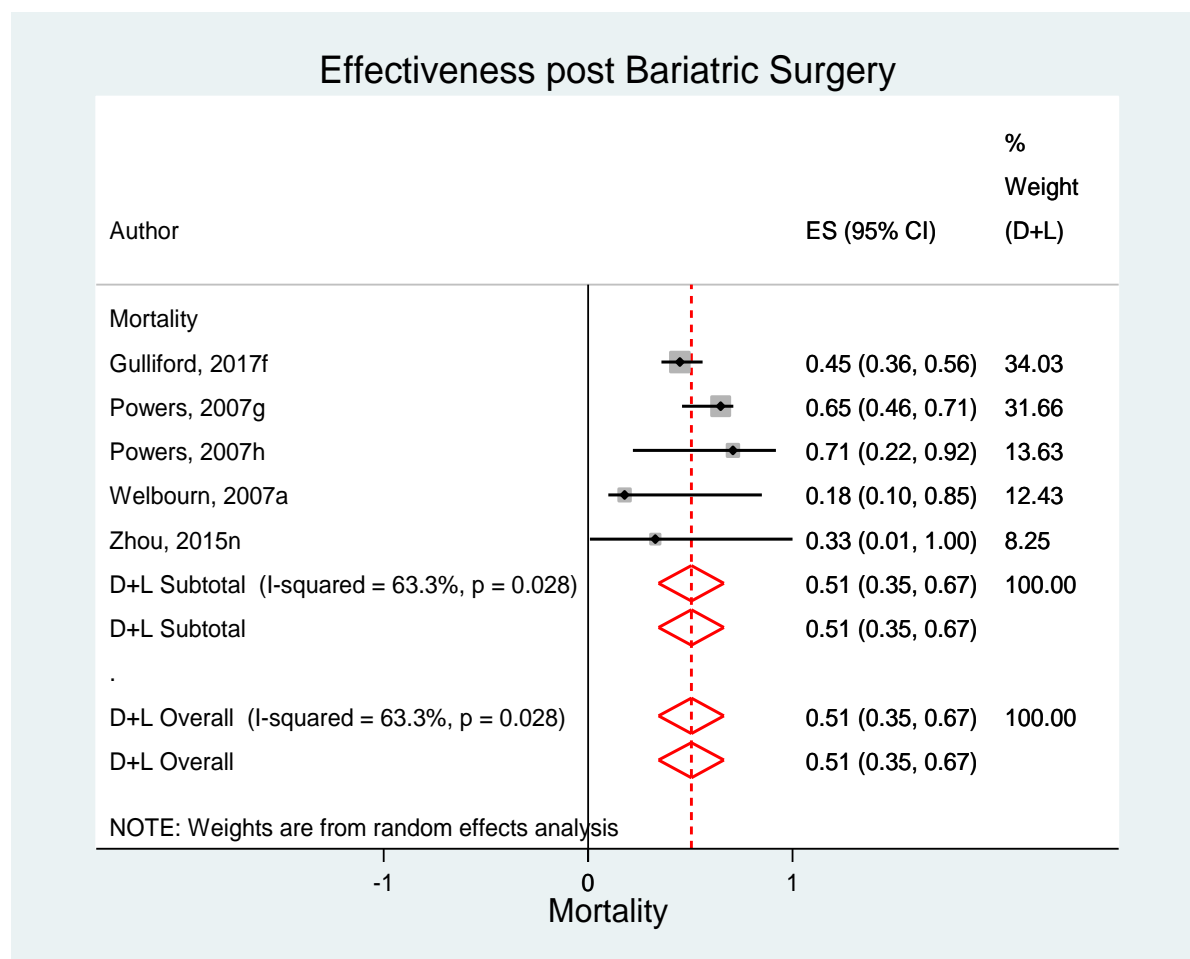


Figure 7. Forest plot of studies evaluating effectiveness of bariatric surgery on mortality.

Diabetes

The metanalysis of the studies that included the evaluation of the T2DM risk in obesity-related diseases before/after have shown in Table 13 and figure 8.

Table 13: Meta-analysis of diabetes risk after bariatric surgery.

T2DM	ES	[95% Conf. Interval]		Weight
Doumouras, 2017c	0.66	0.05	0.9	4.86
Gulliford, 2017g	0.2	0.13	0.3	6.48
Gulliford, 2017h	0.2	0.13	0.3	6.48
Keating, 2012	0.18	0.17	0.181	6.57
Padwal, 2011e	0.18	0.07	0.45	6.14
Padwal, 2011f	0.18	0.07	0.45	6.14
Padwal, 2011g	0.28	0.07	0.45	6.14
Padwal, 2011h	0.768	0.707	0.829	6.53
Powers, 2007m	0.29	0.14	0.63	5.88
Powers, 2007n	0.43	0.29	0.67	6.14
Powers, 2007o	0.69	0.55	0.88	6.24
Powers, 2007p	0.9	0.77	0.97	6.45
Velázquez-Fernández, 2019m	0.76	0.69	0.81	6.53
Velázquez-Fernández, 2019n	0.79	0.71	0.88	6.48
Velázquez-Fernández, 2019o	0.81	0.71	0.88	6.48
Velázquez-Fernández, 2019p	0.83	0.71	0.92	6.44
Overall (p<0,001)	0.511	0.327	0.694	100

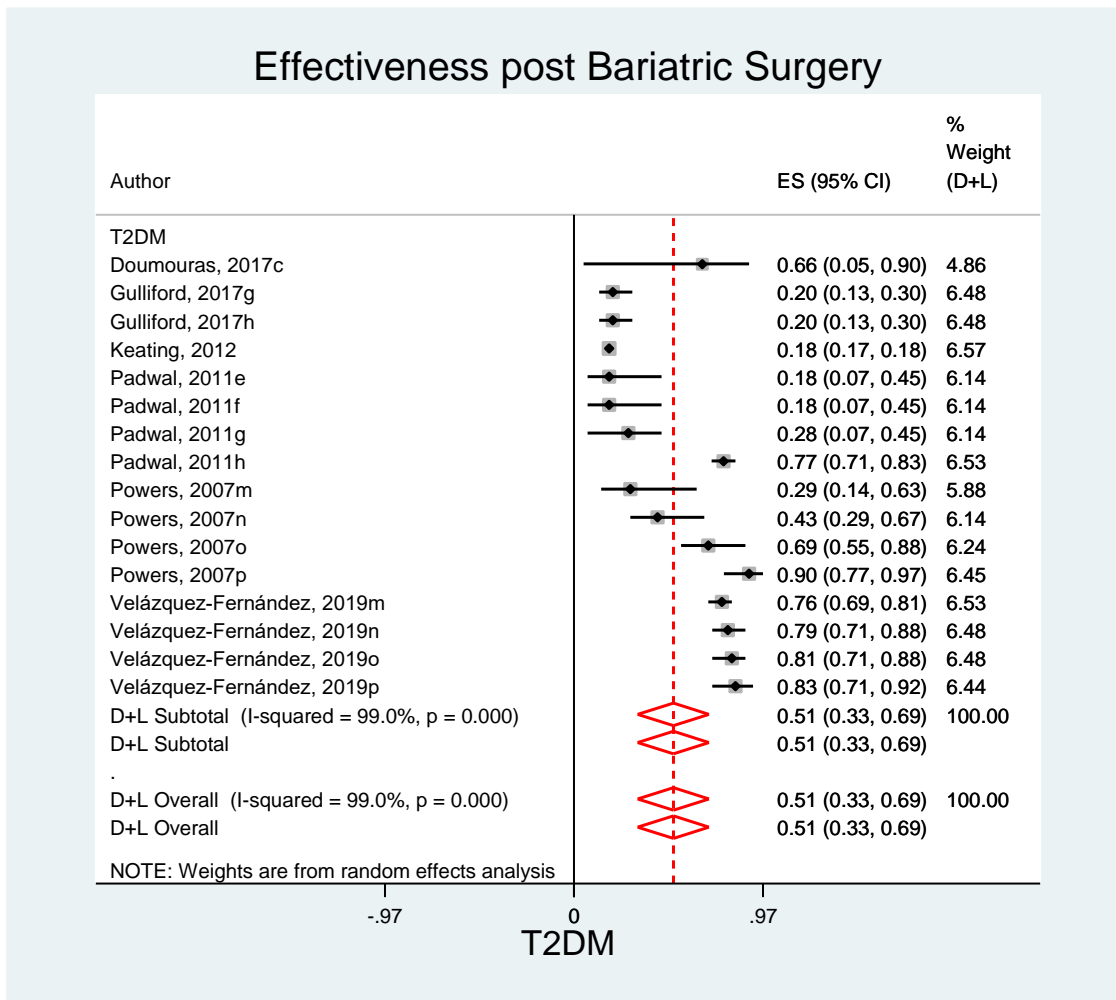


Figure 8. Forest plot of studies evaluating effectiveness of bariatric surgery on diabetes.

Dyslipidaemia

The meta-analysis of the studies that included the evaluation of the risk of dyslipidaemia in obesity-related diseases before/after have shown in Table 14 and figure 9.

Table 14: Meta-analysis of dyslipidaemia risk after bariatric surgery.

DLM	ES	[95% Conf. Interval]		Weight
Ikramuddin, 2009a	0.9	0.7	3.8	0.38
Padwal, 2011b	0.18	0.07	0.45	9.1
Padwal, 2011c	1.6	0.88	3.6	0.49
Powers, 2007c	0.61	0.28	0.86	6.22
Powers, 2007d	0.59	0.28	0.89	5.87
Powers, 2007e	0.79	0.77	0.9	13.14
Powers, 2007f	0.96	0.93	1	13.71
Velázquez-Fernández, 2019e	0.76	0.68	0.83	12.88
Velázquez-Fernández, 2019f	0.84	0.74	0.91	12.61
Velázquez-Fernández, 2019g	0.86	0.75	0.93	12.46
Velázquez-Fernández, 2019h	0.89	0.82	0.95	13.14
Overall (p<0,001)	0.764	0.666	0.861	100

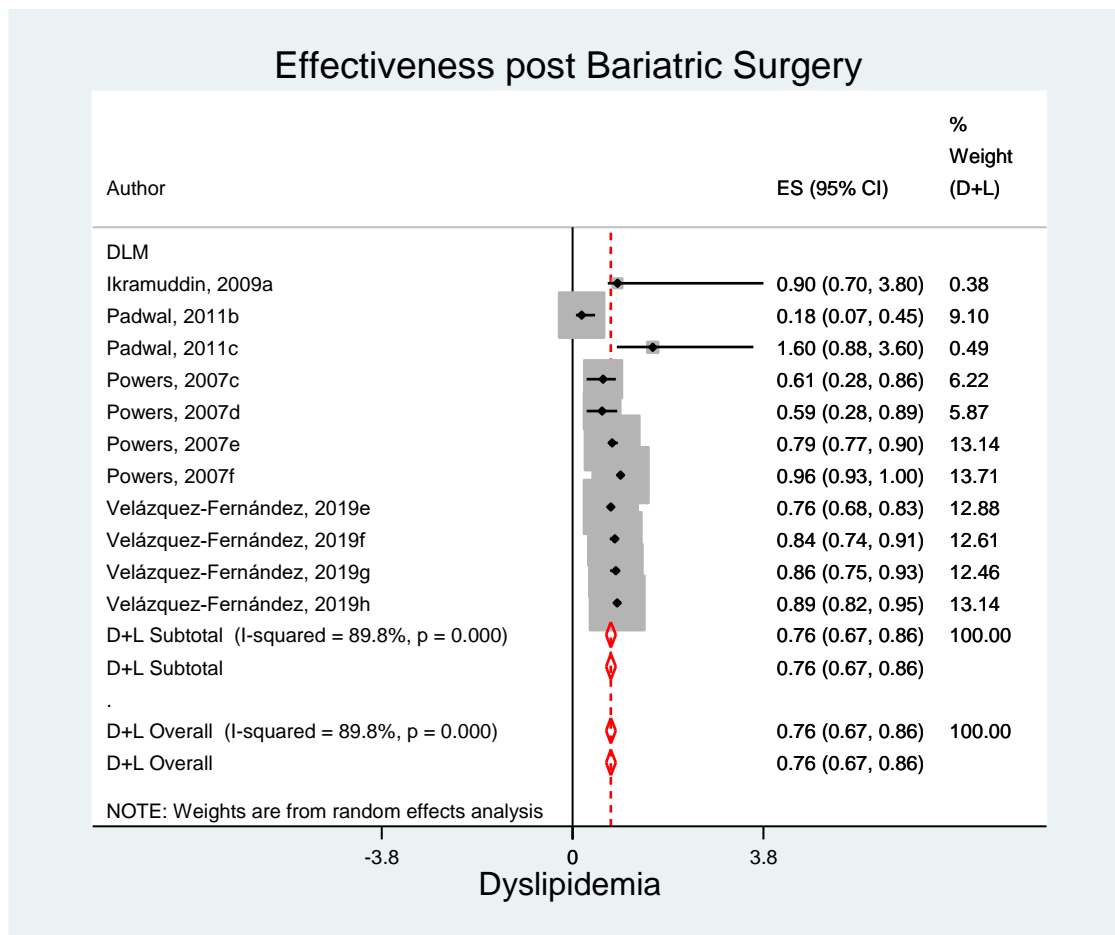


Figure 9. Forest plot of studies evaluating effectiveness of bariatric surgery on dyslipidemia.

Acute myocardial infarction / cardiovascular diseases

The meta-analysis of the studies that included the evaluation of the risk of dyslipidaemia in obesity-related diseases before/after have shown in Table 15 and figure 10.

Table 15: Meta-analysis of acute myocardial infarction/cardiovascular risk after bariatric surgery.

AMI-CVD	ES	[95% Conf. Interval]		Weight
Doumouras, 2017a	0.75	0.48	1.25	9.25
Gulliford, 2017a	0.67	0.54	0.83	11.54
Powers, 2007a	0.73	0.54	0.94	11.13
Zhou, 2015a	0.12	0.09	0.17	12
Zhou, 2015b	0.33	0.13	0.83	9.64
Zhou, 2015c	0.67	0.54	0.83	11.54
Zhou, 2015d	0.66	0.49	0.89	11.13
Zhou, 2015e	0.71	0.54	0.94	11.13
Zhou, 2015f	0.37	0.01	1	8.03
Zhou, 2015g	0.33	0.03	3.19	1.98
Zhou, 2015h	1.52	0.06	3.19	2.01
Zhou, 2015i	0.32	0.01	8.24	0.34
Zhou, 2015j	0.96	0.1	9.55	0.26
Overall (p<0,001)	0.574	0.331	0.818	100

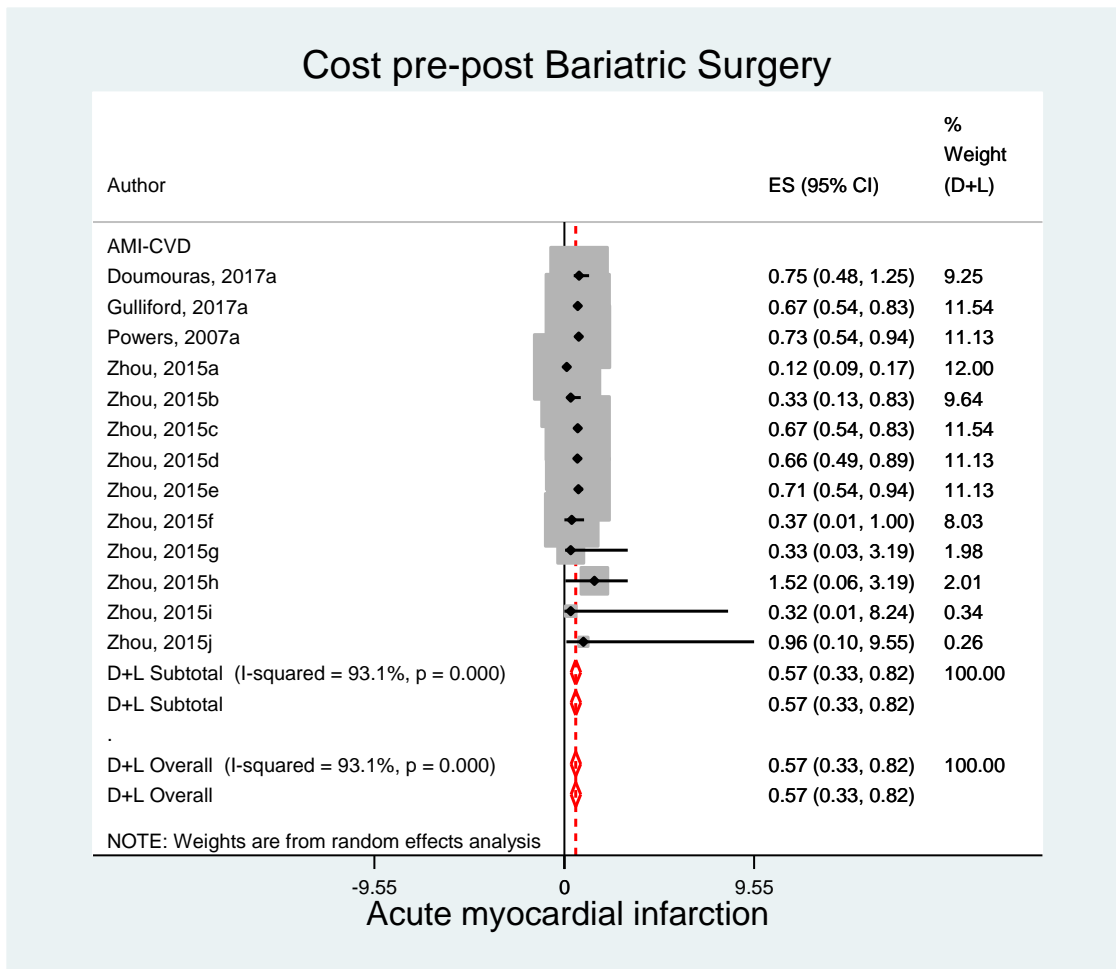


Figure 10. Forest plot of studies evaluating effectiveness of bariatric surgery on acute myocardial infarction/cardiovascular risk.

Systolic arterial hypertension

The meta-analysis of the studies that included the evaluation of the risk of systemic arterial hypertension in obesity-related diseases before/after have shown in Table 16 and figure 12.

Table 16: Meta-analysis of hypertension risk after bariatric surgery.

SAH	ES	[95% Conf. Interval]	Weight
Doumouras, 2017b	0.83	0.73 0.96	8.34
Ikramuddin, 2009b	0.47	0.46 0.6	10.09
Padwal, 2011d	0.6	0.38 0.91	3.81
Powers, 2007i	0.43	0.3 0.56	7.75
Powers, 2007j	0.617	0.556 0.678	10.4
Powers, 2007k	0.67	0.58 0.76	9.34
Powers, 2007l	0.74	0.59 0.79	8.94
Velázquez-Fernández, 2019i	0.49	0.44 0.55	10.59
Velázquez-Fernández, 2019j	0.63	0.57 0.68	10.59
Velázquez-Fernández, 2019k	0.66	0.58 0.73	9.91
Velázquez-Fernández, 2019l	0.67	0.6 0.73	10.26
Overall (p<0,001)	0.618	0.555 0.682	100

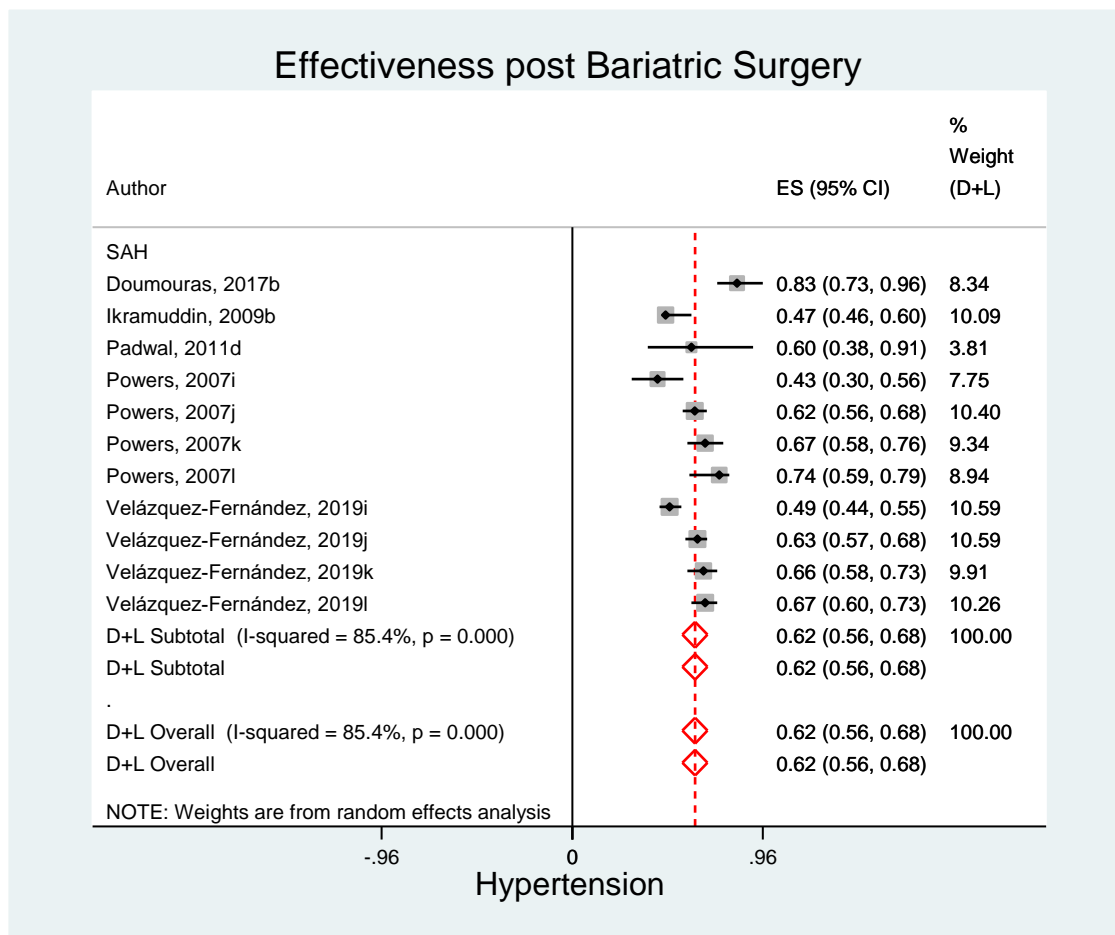


Figure 11. Forest plot of studies evaluating effectiveness of bariatric surgery on hypertension.

Apnea

The meta-analysis of the studies that included the evaluation of the risk of apnea in obesity-related diseases before/after have shown in Table 17 and figure 13.

Table 17: Meta-analysis of apnea risk after bariatric surgery.

Apnea	ES	[95% Conf. Interval]		Weight
Velázquez-Fernández, 2019a	0.8	0.74	0.86	24.15
Velázquez-Fernández, 2019b	0.85	0.78	0.9	24.15
Velázquez-Fernández, 2019c	0.85	0.78	0.9	24.15
Velázquez-Fernández, 2019d	0.91	0.85	0.95	27.55
Overall (p=0,0014)	0.854	0.808	0.901	100

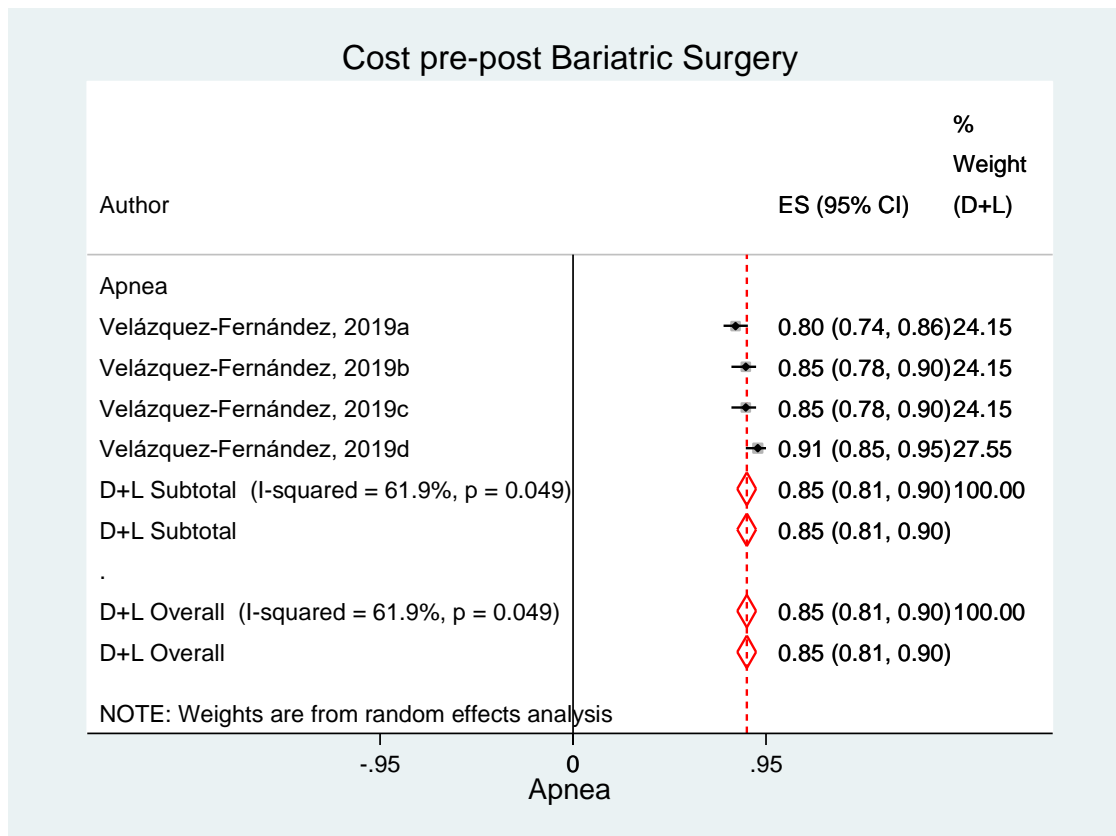


Figure 12. Forest plot of studies evaluating effectiveness of bariatric surgery on apnea.

Medicines use

The meta-analysis of the studies that included the evaluation of the risk of increased use of medicines in obesity-related diseases before/after have shown in Table 18 and figure 13.

Table 18: Meta-analysis of medicines/drug use after bariatric surgery.

Medicines	ES	[95% Conf. Interval]		Weight
Welbourn, 2010b	0.18	0.07	0.45	66.05
Welbourn, 2010c	0.12	0.03	0.56	33.95
Overall (p=0,043)	0.16	0.005	0.314	100

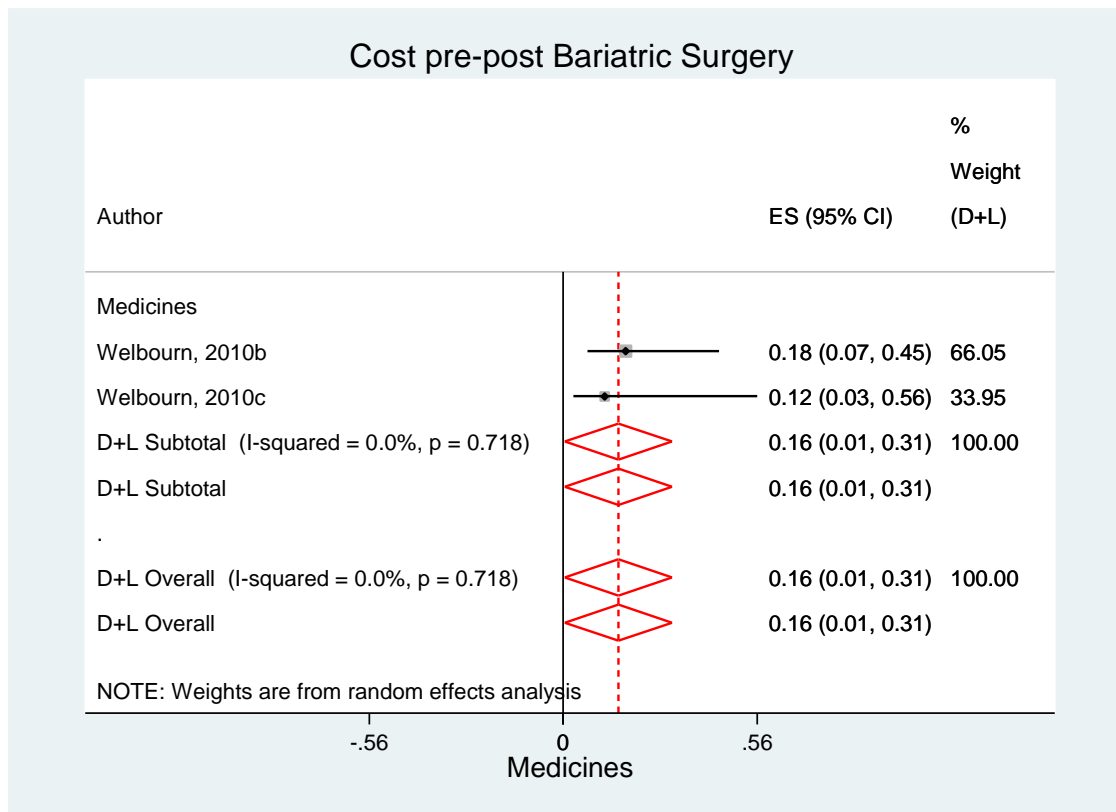


Figure 13. Forest plot of studies evaluating effectiveness of bariatric surgery on utilization of medicines.

Cancer

The meta-analysis of the studies that included the evaluation of the risk of obesity-related cancer before/after have shown in Table 19 and figure 14.

Table 19: Meta-analysis of obesity-related cancer risk after bariatric surgery.

Cancer	ES	[95% Conf. Interval]	Weight
Gulliford, 2017b	0.58	0.44 0.77	16.18
Padwal, 2011a	0.67	0.53 0.85	17.21
Powers, 2007b	0.65	0.48 0.85	12.87
Zhou, 2015k	0.55	0.35 0.85	7.05
Zhou, 2015l	0.74	0.65 0.85	44.06
Zhou, 2015m	0.66	0.37 1.19	2.62
Overall (P<0,001)	0.675	0.609 0.741	100

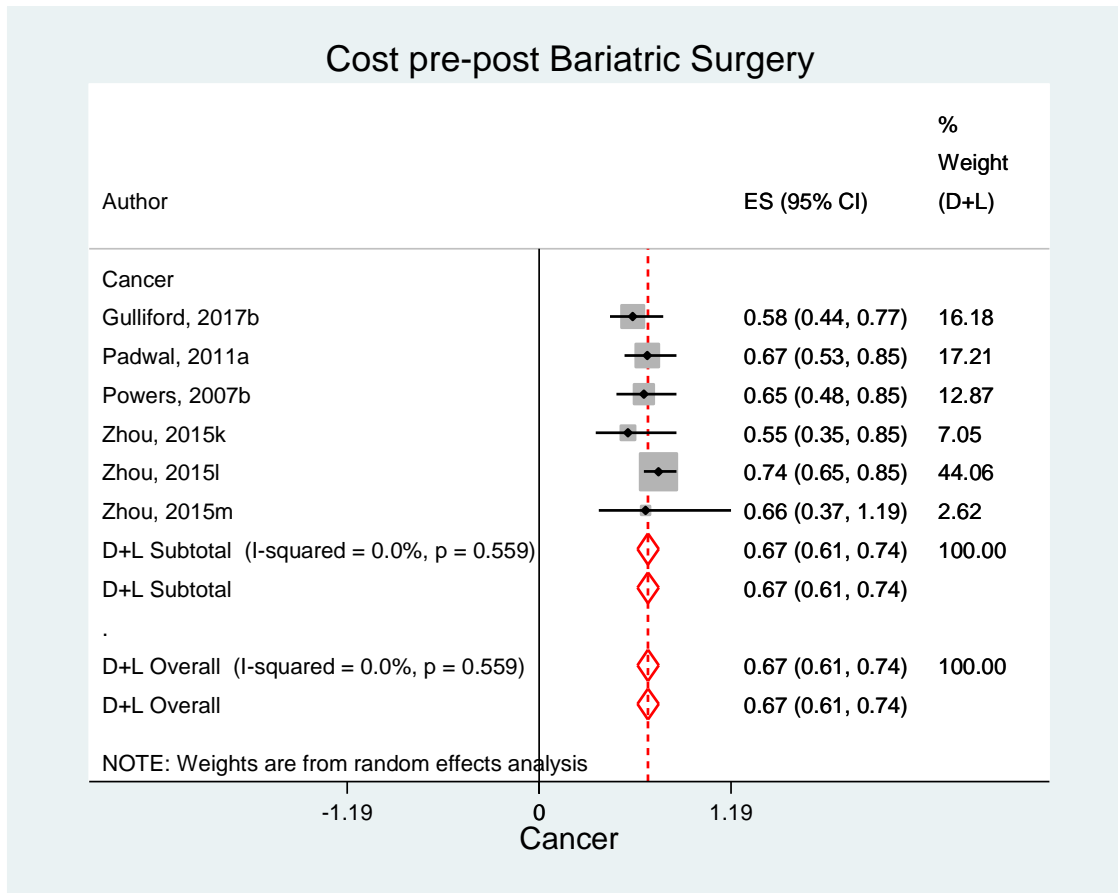


Figure 14. Forest plot of studies evaluating effectiveness of bariatric surgery on cancer.

Depression

The meta-analysis of the studies that included the evaluation of the risk of depression before/after have shown in Table 20 and figure 15.

Table 20: Meta-analysis of depression risk after bariatric surgery.

Depression	ES	[95% Conf. Interval]		Weight
Gulliford, 2017c	0.82	0.78	0.87	61.06
Gulliford, 2017d	0.83	0.76	0.9	25.24
Gulliford, 2017e	0.87	0.78	0.97	13.7
Overall (p<0,001)	0.829	0.794	0.865	100

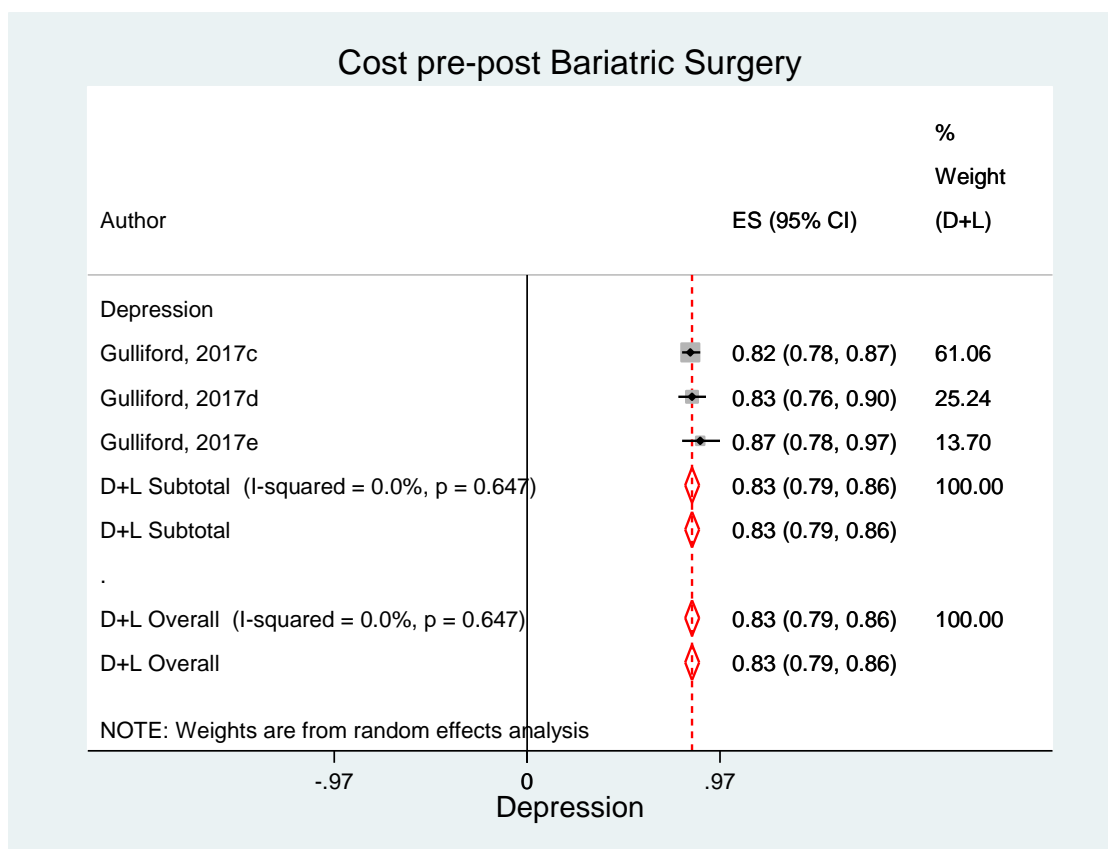


Figure 15. Forest plot of studies evaluating effectiveness of bariatric surgery on depression.

Total expenditure/cost reduction post-bariatric surgery

The meta-analysis of the studies that included the evaluation of the risk of the increased overall expenditure of obesity-related diseases before/after have shown in Table 21 and figure 16.

Table 21: Meta-analysis of total expenditure/cost reduction after bariatric surgery.

Total expenditure	ES	[95% Conf. Interval]		Weight
Chang, 2010	0.35	0.32	0.37	11.08
Cremieux, 2005	0.72	0.66	0.78	10.98
Padwal, 2011i	0.67	0.53	0.85	10.28
Padwal, 2011j	0.75	0.58	0.95	10.04
Padwal, 2011k	0.76	0.59	0.99	9.88
Padwal, 2011l	0.76	0.59	0.99	9.88
Padwal, 2011m	0.94	0.87	1	10.95
Welbourn, 2010d	0.76	0.59	0.99	9.88
Zhou, 2015o	0.38	0.29	0.5	10.73
Zhou, 2015p	0.33	0.01	1	6.31
Overall (p<0,001)	0.652	0.462	0.841	100

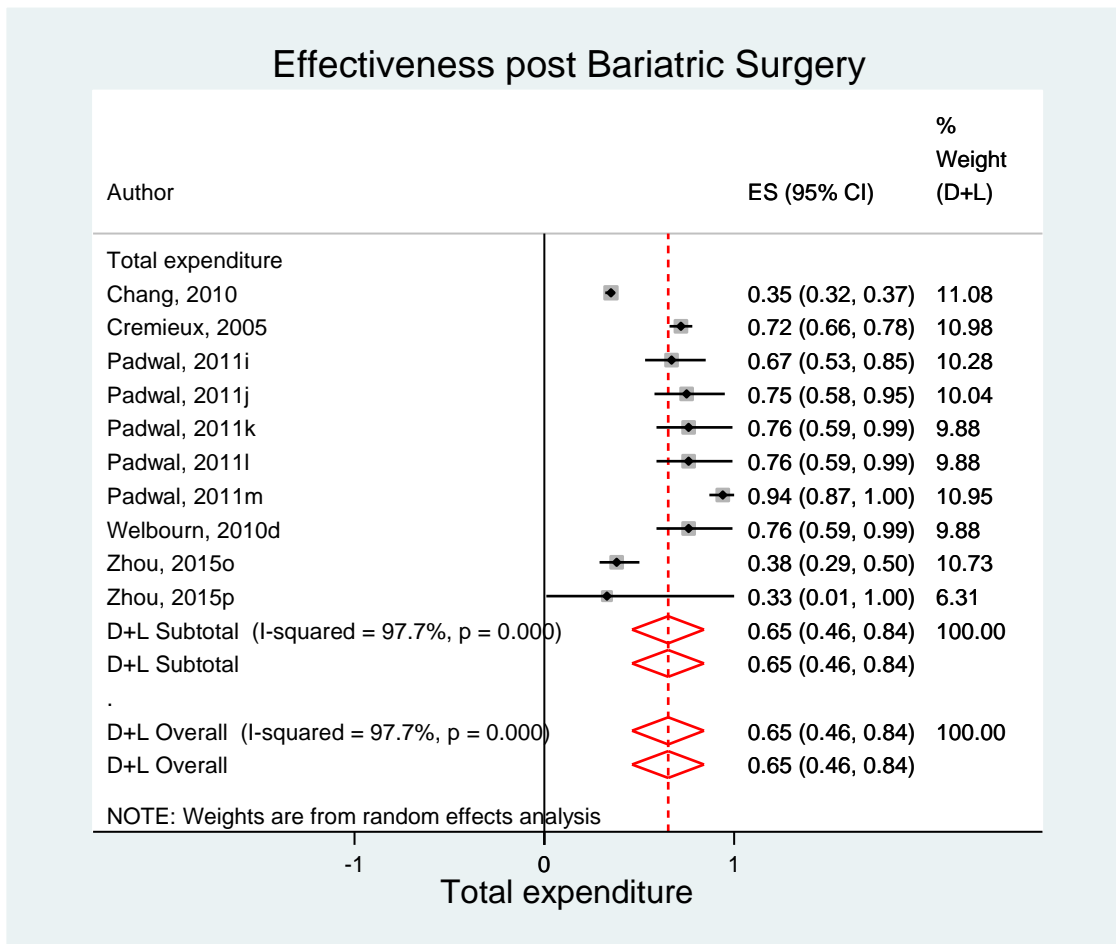


Figure 16. Forest plot of studies evaluating effectiveness of bariatric surgery on costs/expenditures.

DISCUSSION

This study has performed a systematic review and meta-analysis of economic evaluation studies, including costs and effectiveness of bariatric surgery and the treatment of chronic obesity-related diseases compared to traditional non-surgical treatment for the obese population.

Previous reviews have also indicated that existing economic evaluations do not comprehensively assess all the costs associated with bariatric surgery, including the costs of the treatment after the procedure and the costs of being obese in terms of the total amount of medicines and drugs, total expenditure in medicines and drugs and related complications or interurrences.

In the same way, this was the first study that systematically reviewed the rate of resolution, prevalence or effectiveness of bariatric surgery in the relative risk of the main obesity-related chronic diseases in the short, medium and long term and the quality of life gained in with the total amount expended. It was evaluated in a meta-analysis of the information about 6 million people enrolled in all 69 studies, comparing costs and outcomes based on the accurate information collected from high-quality evidence.

Furthermore, the top-edge evidence in this systematic review shows that the cost of bariatric surgery is between US\$ 15,000 to US\$ 49,400, and the costs of traditional treatment are nearly US\$ 40,000, or in other words, the costs of being obese. Singly, the costs of medicines and drugs for the treatment of T2DM reach US\$ 34,000,

hospitalisations can reach US\$ 27,000, and outpatient consults US\$ 7,000, for the temporal horizon of 2 to 10 years. After the bariatric surgery, the total cost decreased to US\$ 4,500, nearly ten times less expensive than the total pre-surgery cost. The costs of medicine/drugs have decreased nearly to US\$ 7,800 or six to five times less expensive.

Almost all studies have also shown an impressive decrease in the relative risk of obesity-related diseases, like mortality rates, T2DM, arterial hypertension, dyslipidaemia, cardiovascular diseases, and cancer. This scenario directly reflects the increase in the quality of life for patients with obesity after the weight reduction caused by bariatric surgery.

The incremental cost-effectiveness ratio to be paid to increase one point in the quality of life ranged from US\$ 2,900 to US\$ 116,900 in the adjustable gastric band and the laparoscopic *Y-en Roux* gastric bypass. This incremental cost means that, even in the most expensive scenario, compared to the total cost of being obese (pre-surgery costs), the total amount of money invested in the surgery is cost-effective in terms of reducing the main obesity-related diseases and the increase of the quality of life.

The systematic review also has demonstrated the resolution rates of some common comorbidities and the weight reduction after bariatric surgery. The pooled studies have shown an average reduction of 16,2 kg, a reduction of 60% in excess of weight, 65,8% in the prevalence of T2DM, 57,9% in systolic arterial hypertension, and 67,3% in dyslipidaemia and 81,5% in the prevalence of apnea.

To confirm these previous data presented in the publications, we performed the meta-analysis of articles that have investigated the effectiveness and the costs related to the main common obesity diseases and the costs. The meta-analysis has confirmed in almost all outcomes that the bariatric surgery itself is able to reduce the costs and the prevalence of this drives the lower quality of life and high health care costs.

There are disparities between surgical procedures regarding cost increase or cost reduction after bariatric surgery. The laparoscopic adjustable gastric band has shown a significative increase in costs after the bariatric surgery (SMD 1.936, 95% CI 1.861 - 2.6011, $p < 0,001$) and, in contrast, the open (laparotomic) adjustable gastric band has shown a decrease of the total cost (SMD -1.025, 95% CI -1.749 - -0.302, $p = 0,005$). Laparoscopic sleeve and Y-RGB have also demonstrated a significant decrease.

The medicines/drugs meta-analysis shows that all evaluations, including use of medicines and drugs, total cost, hypertension, dyslipidaemia, cardiovascular diseases, T2DM, obesity-related cancer and depression, have statistically decreased risk after bariatric surgery. The total amount of medicines has decrease 6 times (RR 0,16; IC95% 0,005 - 0,314, $p < 0,001$), in parallel to the decrease of the total cost in 50% (RR 0.652; IC95% 0.462 - 0.841, $p < 0,001$). The reduction of the risk of cancer, hypertension, dyslipidaemias and cardiovascular diseases has correlated to a reduction of the risk of mortality by nearly 50% (RR 0.505; IC95% 0.345 - 0.665; $p < 0,001$).

Interestingly one recent article has shown that bariatric surgery is effective in reduction of depression about 20% (RR 0.829; IC95% 0.794 - 0.865, $p < 0,001$). Some studies have correlated depression with absenteeism, low income, and low levels of self-esteem. Compared with employees with normal weight, individuals with obesity missed more time from work and worked less productively, resulting in higher indirect costs.

Bariatric surgery can help to bring back this individual to a more productive, active and well-related social life. Consequently, bariatric surgery could considerably improve the productivity of workers currently overweight or obese.²¹³

CONCLUSION

The results of this systematic review and meta-analysis show that bariatric surgery is able to reduce the costs and the risk of the main chronic obesity-related diseases in the short, medium and long term, also decreasing the risk of mortality and depression in comparison to traditional treatment for the obese person.

CONFLICTS OF INTEREST

The authors declare that they have no competing interests.

REFERENCES

1. Monteiro CA, Cannon G, Moubarac J-C, Levy RB, Laura M, Louzada C, et al. The UN Decade of Nutrition, the NOVA food classification and the trouble with ultra-processing. *Public Health Nutr.* 2017;1–13.
2. World Health Organization. The challenge of obesity in the WHO European Region and the strategies for response. 2007.
3. Health Quality Ontario HQ. Bariatric surgery: an evidence-based analysis. *Ont Health Technol Assess Ser.* 2005;5:1–148.
4. World Health Organization. REPORT OF THE COMMISSION ON ENDING CHILDHOOD OBESITY. Geneva: World Health Organization; 2016.
5. World Health Organization. WHO. Obesity and overweight. Fact sheet N°311. World Health Organization. Geneva: World Health Organization; 2016.
6. The GBD 2015 Obesity Collaborators. Health Effects of Overweight and Obesity in 195 Countries over 25 Years. *N Engl J Med.* 2017;377:13–27.
7. Office of Health Economics. SHEDDING THE POUNDS - OBESITY MANAGEMENT, NICE GUIDANCE AND BARIATRIC SURGERY IN ENGLAND. London; 2010.
8. Finkelstein EA, Khavjou OA, Thompson H, Trogdon JG, Pan L, Sherry B, et al. Obesity and Severe Obesity Forecasts Through 2030. *Am J Prev Med.* 2012;42:563–70.
9. WHO WHO. World Health Statistics 2021. 2021.
10. NCD Risk Factor collaboration. Trends in adult body-mass index in 200 countries from 1975 to 2014: a pooled analysis of 1698 population-based measurement studies with 19.2 million participants. *Lancet.*

- 2016;387:1377–96.
11. Ogden CL, Yanovski SZ, Carroll MD, Flegal KM. The Epidemiology of Obesity. *Gastroenterology*. 2007;132:2087–102.
 12. Ogden CL, Carroll MD, Curtin LR, McDowell MA, Tabak CJ, Flegal KM, et al. Prevalence of Overweight and Obesity in the United States, 1999-2004. *JAMA*. 2006;295:1549–55.
 13. Ng M, Fleming T, Robinson M, Thomson B, Graetz N, Margono C, et al. Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980-2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet (London, England)*. 2014;384:766–81.
 14. Sarti CFM, Sarti FM, Claro RM, Bandoni DH. Contribuições de estudos sobre demanda de alimentos à formulação de políticas públicas de nutrição. *Cad saúde pública*. 2011;27:639–47.
 15. Vilma Maria JUNGES¹, Jarbas Marinho CAVALHEIRO², Eliana Franzoi FAM², Vera Elizabeth CLOSS¹, João Feliz MORAES³, and Maria Gabriela GOTTLIEB¹. Impact of Roux-en-Y Gastric Bypass Surgery (RYGB) on metabolic syndrome components and on the use of associated drugs in obese patients. *Arq em Gastroenterologia*.
 16. Kelles SMB, Diniz M de FHS, Machado CJ, Barreto SM. Perfil de pacientes submetidos à cirurgia bariátrica, assistidos pelo Sistema Único de Saúde do Brasil: revisão sistemática. *Cad Saude Publica*. 2015;31:1587–601.
 17. Maria Pacheco Santos L, Vasconcellos de Oliveira I, Rose Peters L, Lisboa Conde W. Trends in Morbid Obesity and in Bariatric Surgeries Covered by the Brazilian Public Health System. *Obes Surg*. 2010;20:943–8.
 18. IBGE. Pesquisa Nacional de Saúde 2019 [Internet]. Pesquisa Nacional de Saúde. 2019 [cited 2022 Jan 18]. Available from: <https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/svs/inqueritos-de-saude/pesquisa-nacional-de-saude>
 19. Minster RL, Hawley NL, Su C-T, Sun G, Kershaw EE, Cheng H, et al. A thrifty variant in CREBRF strongly influences body mass index in Samoans. *Nat Publ Gr*. 2016;1–9.
 20. Haslam DW, James WPT. Obesity. *Lancet*. 2005;366:1197–209.
 21. Yuba TY, Mori F, Ii S, Carlos A, Campino C. Evolution of the relative prices of food groups between 1939 and 2010 in the city of Sao Paulo, Southeastern Brazil. *Rev Saúde Pública*. 2013;47:549–59.
 22. Reis CEG, Vasconcelos IAL, Barros JF de N. Policies on nutrition for controlling childhood obesity. *Rev Paul Pediatr*. 2011;29:625–33.

23. Ministério da Saúde. Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009 Antropometria e estado nutricional de crianças, adolescentes e adultos no Brasil. Brasília; 2010.
24. Wang LY, Denniston M, Lee S, Galuska D, Lowry R. Long-term Health and Economic Impact of Preventing and Reducing Overweight and Obesity in Adolescence. *J Adolesc Heal.* 2010;46:467–73.
25. Monteiro CA, Conde WL, Popkin BM. Income-specific trends in obesity in Brazil: 1975-2003. *Am J Public Health.* 2007;97:1808–12.
26. Borges MC, Louzada ML, Hérick De Sá T, Laverty AA, Parra DC, Fellegger Garzillo JM, et al. Artificially Sweetened Beverages and the Response to the Global Obesity Crisis. *PLOS Med.* 2017;14:1–9.
27. Levy RB, Claro RM, Bandoni DH, Mondini L, Monteiro CA. Disponibilidade de adição de açúcares no Brasil: distribuição, fontes alimentares e tendência temporal. *Rev Bras Epidemiol.* 2012;15:3–12.
28. Hu FB. Resolved: there is sufficient scientific evidence that decreasing sugar-sweetened beverage consumption will reduce the prevalence of obesity and obesity-related diseases. *Obes Rev.* 2013;14:606–19.
29. Imamura F, O'Connor L, Ye Z, Mursu J, Hayashino Y, Bhupathiraju SN, et al. Consumption of sugar sweetened beverages, artificially sweetened beverages, and fruit juice and incidence of type 2 diabetes: systematic review, meta-analysis, and estimation of population attributable fraction. *BMJ.* 2015;351.
30. de Ruyter JC, Olthof MR, Seidell JC, Katan MB. A Trial of Sugar-free or Sugar-Sweetened Beverages and Body Weight in Children. *N Engl J Med.* 2012;367:1397–406.
31. Suez J, Korem T, Zeevi D, Zilberman-Schapira G, Thaiss CA, Maza O, et al. Artificial sweeteners induce glucose intolerance by altering the gut microbiota. *Nature.* 2014;
32. de Oliveira Otto MC, Afshin A, Micha R, Khatibzadeh S, Fahimi S, Singh G, et al. The Impact of Dietary and Metabolic Risk Factors on Cardiovascular Diseases and Type 2 Diabetes Mortality in Brazil. *PLoS One.* 2016;11:1–22.
33. Gorgulho BM, Pot GK, Sarti FM, Marchioni DM. Main meal quality in Brazil and United Kingdom: Similarities and differences. *Appetite.* 2017;111:151–7.
34. Withrow D, Alter DA. The economic burden of obesity worldwide: a systematic review of the direct costs of obesity. *Obes Rev.* 2011;12:131–41.
35. Lessa de Oliveira M, Maria Pacheco Santos L, Nunes da Silva E. Direct Healthcare Cost of Obesity in Brazil: An Application of the Cost-of-Illness Method from the Perspective of the Public Health System in 2011. *PLoS One.* 2015;10:1–15.

36. Conde WL, Monteiro CA. Nutrition transition and double burden of undernutrition and excess of weight in Brazil 1–4. *Am J Clin Nutr.* 2014;100:1617–22.
37. 10,3 milhões de pessoas moram em domicílios com insegurança alimentar grave [Internet]. [cited 2022 Jan 18]. Available from: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/28903-10-3-milhoes-de-pessoas-moram-em-domicilios-com-inseguranca-alimentar-grave>
38. IBGE. Pesquisa de Orçamentos Familiares - Análise de consumo 2017-18. IBGE, editor. 2020;114.
39. POF 2017-2018: brasileiro ainda mantém dieta à base de arroz e feijão, mas consumo de frutas e legumes é abaixo do esperado [Internet]. [cited 2022 Jan 18]. Available from: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/28646-pof-2017-2018-brasileiro-ainda-mantem-dieta-a-base-de-arroz-e-feijao-mas-consumo-de-frutas-e-legumes-e-abaixo-do-esperado>
40. POF 2017-2018: proporção de domicílios com segurança alimentar fica abaixo do resultado de 2004 [Internet]. [cited 2022 Jan 18]. Available from: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/28896-pof-2017-2018-proporcao-de-domicilios-com-seguranca-alimentar-fica-abaixo-do-resultado-de-2004>
41. Presença do feijão nos domicílios brasileiros cai pela metade em 15 anos [Internet]. [cited 2022 Jan 18]. Available from: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/27301-presenca-do-feijao-nos-domicilios-brasileiros-cai-pela-metade-em-15-anos>
42. Consumo de gorduras saturadas cai em dez anos, mas ingestão de açúcar e sal ainda é alta [Internet]. [cited 2022 Jan 18]. Available from: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/28647-consumo-de-gorduras-saturadas-cai-em-dez-anos-mas-ingestao-de-acucar-e-sal-ainda-e-alta>
43. Ultraprocessados ganham espaço e somam 18,4% das calorias adquiridas em casa [Internet]. [cited 2022 Jan 18]. Available from: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/27300-ultraprocessados-ganham-espaco-e-somam-18-4-das-calorias-adquiridas-em-casa>
44. Schroeter C, Lusk J, Tyner W. Determining the impact of food price and income changes on body weight. *J Health Econ.* 2008;27:45–68.
45. Selassie M, Sinha AC. The epidemiology and aetiology of obesity: A global challenge. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* 2011;25:1–9.
46. Richardson AS, Arsenault JE, Cates SC, Muth MK. Perceived stress, unhealthy eating behaviors, and

- severe obesity in low-income women. *Nutr J.* 2015;14:122.
47. Barrington WE, Beresford SAA, McGregor BA, White E. Perceived Stress and Eating Behaviors by Sex, Obesity Status, and Stress Vulnerability: Findings from the Vitamins and Lifestyle (VITAL) Study. *J Acad Nutr Diet.* 2014;114:1791–9.
 48. De Vriendt T, Clays E, Huybrechts I, De Bourdeaudhuij I, Moreno LA, Patterson E, et al. European adolescents' level of perceived stress is inversely related to their diet quality: the Healthy Lifestyle in Europe by Nutrition in Adolescence study. *Br J Nutr.* 2012;108:371–80.
 49. Forhan M, Gill S V. Obesity, functional mobility and quality of life. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab.* 2013;27:129–37.
 50. Welbourn R, Pournaras D. Bariatric surgery: a cost-effective intervention for morbid obesity; functional and nutritional outcomes. *Proc Nutr Soc.* 2010;69:528–35.
 51. Flemyng M d. 1764. A discourse on the nature, causes, and cure of corpulency. Illustrated by a remarkable case, read before the Royal Society, November 1757. And now first published, by Malcolm Flemyng, M.D: 2012.
 52. Dantas ACB, Santo MA, de Cleve R, Sallum RAA, Ceconello I. Influence of obesity and bariatric surgery on gastric cancer. *Cancer Biol Med.* 2016;13:269–76.
 53. Kaidar-Person O, Bar-Sela G, Person B. The Two Major Epidemics of the Twenty-First Century: Obesity and Cancer. *Obes Surg.* 2011;1792–7.
 54. Parekh N, Chandran U, Bandera E V. Obesity in cancer survival. *Annu Rev Nutr.* 2012;32:311–42.
 55. Finucane MM, Stevens GA, Cowan MJ, Danaei G, Lin JK, Paciorek CJ, et al. National, regional, and global trends in body-mass index since 1980: systematic analysis of health examination surveys and epidemiological studies with 960 country-years and 9.1 million participants. *Lancet (London, England).* 2011;377:557–67.
 56. Richards NG, Beekley AC, Tichansky DS. The Economic Costs of Obesity and the Impact of Bariatric Surgery. *Surg Clin North Am.* 2011;91:1173–80.
 57. De Luca M, Angrisani L, Himpens J, Busetto L, Scopinaro N, Weiner R, et al. Indications for Surgery for Obesity and Weight-Related Diseases: Position Statements from the International Federation for the Surgery of Obesity and Metabolic Disorders (IFSO) Final Recommendations. *Obes Surg.* 2016;26:1659–96.
 58. Brown A, Flint SW. Preferences and emotional response to weight-related terminology used by healthcare professionals to describe body weight in people living with overweight and obesity. *Clin Obes.*

- 2021;11:e12470.
59. Puhl RM. What words should we use to talk about weight? A systematic review of quantitative and qualitative studies examining preferences for weight-related terminology. *Obes Rev.* 2020;21:e13008.
 60. O'Brien PE, Dixon JB. The extent of the problem of obesity. *Am J Surg.* 2002;184:S4–8.
 61. Ugenia E, Alle EC, Ichael M, Hun JT, Ennifer J, Etrelli MP, et al. BODY-MASS INDEX AND MORTALITY IN A PROSPECTIVE COHORT OF U.S. ADULTS Background Body-mass index (the weight in kilo. *New Engl J Med* © Copyr ight. 1097;341:1097–105.
 62. Berrington de Gonzalez A, Hartge P, Cerhan JR, Flint AJ, Hannan L, MacInnis RJ, et al. Body-Mass Index and Mortality among 1.46 Million White Adults. *N Engl J Med.* 2010;363:2211–9.
 63. Nguyen T, Lau DCW. The Obesity Epidemic and Its Impact on Hypertension. *Can J Cardiol.* 2012;28:326–33.
 64. Turati F, Tramacere I, La Vecchia C, Negri E. A meta-analysis of body mass index and esophageal and gastric cardia adenocarcinoma. *Ann Oncol.* 2012;24:609–17.
 65. Nguyen DM, El-Serag HB. The big burden of obesity. *Gastrointest Endosc.* 2009;70:752–7.
 66. Wang F, McDonald T, Bender J, Reffitt B, Miller A, Edington DW. Association of Healthcare Costs With Per Unit Body Mass Index Increase. *J Occup Environ Med.* 2006;48:668–74.
 67. Schaan Casagrande D, Dornelles Rosa D, Umpierre D, Aguiar Sarmiento R, Garcia Rodrigues C, Schaan BD. Incidence of Cancer Following Bariatric Surgery: Systematic Review and Meta-analysis. *Obes Rev.* 2014;
 68. Sach T, Barton G, Doherty M, Muir K, Jenkinson C, Avery A. The relationship between body mass index and health- related quality of life: comparing the EQ-5D, EuroQol VAS and SF-6D. *Int J Obes.* 2007;31:189–96.
 69. Sowemimo OA, Yood SM, Courtney J, Moore J, Huang M, Ross R, et al. Natural history of morbid obesity without surgical intervention. *Surg Obes Relat Dis.* 2007;3:73–7.
 70. Lotufo PA. Increasing Obesity in Brazil: Predicting a New Peak of Cardiovascular Mortality. *Sao Paulo Med J.* 2000;118:161–2.
 71. Gillman MW, Ludwig DS. How Early Should Obesity Prevention Start? *N Engl J Med.* 2013;369:23.
 72. Verçoza Viana L, Pedroso De Paula T, Leitão CB, Azevedo MJ. Fatores determinantes de perda de peso em adultos submetidos a intervenções dietoterápicas Determinant factors associated with weight loss in

adults on diet interventions.

73. Pfisterer J, Rausch C, Wohlfarth D, Bachert P, Jekauc D, Wunsch K. Effectiveness of Physical-Activity-Based Interventions Targeting Overweight and Obesity among University Students-A Systematic Review. *J Environ Res Public Heal*. 2022;19.
74. Buchwald H, Oien DM. Metabolic/Bariatric Surgery Worldwide 2011. *Obes Surg*. 2013;427–36.
75. Campbell J, McGarry LA, Shikora SA, Hale BC, Lee JT, Weinstein MC. Cost-effectiveness of laparoscopic gastric banding and bypass for morbid obesity. *Am J Manag Care*. 2010;16:e174-87.
76. Finkelstein EA, Strombotne KL, Zhen C, Epstein LH. Food prices and obesity: a review. *Adv Nutr*. 2014;5:818–21.
77. Laiteerapong N, Huang ES. The public health implications of the cost-effectiveness of bariatric surgery for diabetes. *Diabetes Care*. 2010;33:2126–8.
78. Sjöström L, Narbro K, Sjöström CD, Karason K, Larsson B, Wedel H, et al. Effects of Bariatric Surgery on Mortality in Swedish Obese Subjects. *N Engl J Med*. 2007;357:741–52.
79. Neff KJ, Ling Chuah L, Aasheim ET, Jackson S, Dubb SS, Radhakrishnan ST, et al. Beyond Weight Loss: Evaluating the Multiple Benefits of Bariatric Surgery After Roux-en-Y Gastric Bypass and Adjustable Gastric Band. *OBES SURG*. 2014;24:684–91.
80. Prospective Studies Collaboration PS, Whitlock G, Lewington S, Sherliker P, Clarke R, Emberson J, et al. Body-mass index and cause-specific mortality in 900 000 adults: collaborative analyses of 57 prospective studies. *Lancet (London, England)*. 2009;373:1083–96.
81. Sjöström L, Lindroos A-K, Peltonen M, Torgerson J, Bouchard C, Carlsson B, et al. Lifestyle, Diabetes, and Cardiovascular Risk Factors 10 Years after Bariatric Surgery From the Departments of Body Composition and Metabolism. *N Engl J Med*. 2004;351:2683–93.
82. John J, Wolfenstetter SB, Wenig CM. An economic perspective on childhood obesity: Recent findings on cost of illness and cost effectiveness of interventions. *Nutrition*. 2012;28:829–39.
83. Bairdain S, Samnaliev M. Cost-effectiveness of Adolescent Bariatric Surgery. *Cureus*. 2015;7:e248.
84. Ackroyd R, Mouiel J, Chevallier J-M, Daoud F. Cost-Effectiveness and Budget Impact of Obesity Surgery in Patients With Type-2 Diabetes in Three European Countries. *Obes Surg*. 2006;16:1488–503.
85. McEwen LN, Coelho RB, Baumann LM, Bilik D, Nota-Kirby B, Herman WH. The Cost, Quality of Life Impact, and Cost–Utility of Bariatric Surgery in a Managed Care Population. *Obes Surg*. 2010;20:919–28.

86. Lakoff JM, Ellsmere J, Ransom T. Cause of death in patients awaiting bariatric surgery. *Can J Surg.* 2015;58:15–8.
87. Ashrafian H, Darzi A, Fmedsci K, Athanasiou T. Bariatric surgery -can we afford to do it or deny doing it? *Frontline Gastroenterol.* 2011;2:82–9.
88. Sussenbach SP, Padoin A V., Silva EN, Benzano D, Pufal MA, Barhouch AS, et al. Economic Benefits of Bariatric Surgery. *Obes Surg.* 2012;22:266–70.
89. Kennedy AL, Nelson T, Pettine S, Miller BF, Hamilton KL, Donovan EL. Medication use following bariatric surgery: factors associated with early discontinuation. *Obes Surg.* 2014;24:696–704.
90. Dillon C, Peddle J, Twells L, Lester K, Midodzi W, Manning K, et al. Rapid Reduction in Use of Antidiabetic Medication after Laparoscopic Sleeve Gastrectomy: The Newfoundland and Labrador Bariatric Surgery Cohort (BaSCo) Study. *Can J Hosp Pharm.* 2015;68:113–20.
91. Pontiroli AE, Morabito A. Long-term prevention of mortality in morbid obesity through bariatric surgery. a systematic review and meta-analysis of trials performed with gastric banding and gastric bypass. *Ann Surg.* 2011;253:484–7.
92. Wu T, Wong SKH, Law BTT, Grieve E, Wu O, Tong DKH, et al. Five-year effectiveness of bariatric surgery on disease remission, weight loss, and changes of metabolic parameters in obese patients with type 2 diabetes: A population-based propensity score-matched cohort study. *Diabetes Metab Res Rev.* 2020;36:e3236.
93. Buchwald H, Avidor Y, Braunwald E, Jensen MD, Pories W, Fahrback K, et al. Bariatric surgery: A systematic review and meta-analysis. Vol. 292, *Journal of the American Medical Association.* American Medical Association; 2004. p. 1724–37.
94. CHAIM EA, PAREJA JC, GESTIC MA, UTRINI MP, CAZZO E, CHAIM EA, et al. Preoperative multidisciplinary program for bariatric surgery: a proposal for the Brazilian Public Health System. *Arq Gastroenterol.* 2016;54:70–4.
95. Christou N V., Look D, MacLean LD. Weight Gain After Short- and Long-Limb Gastric Bypass in Patients Followed for Longer Than 10 Years. *Ann Surg.* 2006;244:734.
96. Finkelstein EA, Ruhm CJ, Kosa KM. ECONOMIC CAUSES AND CONSEQUENCES OF OBESITY. *Annu Rev Public Heal.* 2005;26:239–57.
97. Lobstein T. Prevalence and costs of obesity. *Medicine (Baltimore).* 2011;39:11–3.
98. David Thompson, Anne M. Wolf. The medical-care cost burden of obesity. *Obes Rev.* 2001;2:189–97.

99. COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES. *IMPACT ASSESSMENT REPORT - A Strategy for Europe on Nutrition, Overweight and Obesity related health issues*. Brussels; 2007.
100. Finkelstein EA, Trogon JG, Cohen JW, Dietz W. Annual Medical Spending Attributable To Obesity: Payer-And Service-Specific Estimates. *Health Aff.* 2009;28:w822–31.
101. King D. The future challenge of obesity. Vol. 378, *The Lancet*. 2011. p. 743–4.
102. McCombie L, Tigbe W. Cost-effectiveness of obesity treatment. *Medicine (Baltimore)*. 2011;39:14–7.
103. Bhattacharya J, Bundorf MK. The incidence of the healthcare costs of obesity. *J Health Econ.* 2009;28:649–58.
104. Bahia L, Coutinho ESF, Barufaldi LA, Abreu G de A, Malhão TA, de Souza CPR, et al. The costs of overweight and obesity-related diseases in the Brazilian public health system: cross-sectional study. *BMC Public Health*. 2012;12:440.
105. Arterburn D, Maciejewski M, Tsevat J. Impact of morbid obesity on medical expenditures in adults. *Int J Obes.* 2005;29:334–9.
106. Wang YC, Mcpherson K, Marsh T, Gortmaker SL, Brown M, Wang C, et al. Health and economic burden of the projected obesity trends in the USA and the UK. *Lancet*. 2011;378:815–25.
107. Thow AM, Downs S, Jan S, Office CB, Assembly UNG, Mytton O, et al. A systematic review of the effectiveness of food taxes and subsidies to improve diets: understanding the recent evidence. *Nutr Rev.* 2014;72:551–65.
108. Andreyeva T, Sturm R, Ringel JS. Moderate and Severe Obesity Have Large Differences in Health Care Costs. *Obes Res.* 2004;12:1936–43.
109. Cawley J, Meyerhoefer C. The medical care costs of obesity: An instrumental variables approach. *J Health Econ.* 2012;31:219–30.
110. Warren JA, Ewing JA, Hale AL, Blackhurst DW, Bour ES, Scott JD. Cost-effectiveness of Bariatric Surgery: Increasing the Economic Viability of the Most Effective Treatment for Type II Diabetes Mellitus. *Am Surg.* 2015;81:807–11.
111. Tsai AG, Williamson DF, Glick HA. Direct medical cost of overweight and obesity in the USA: a quantitative systematic review. *Obes Rev.* 2011;12:50–61.
112. Sichieri CR, São R, Xavier F, Andar O, Bloco E, Sichieri R, et al. The burden of hospitalization due to overweight and obesity in Brazil. *Cad saúde pública.* 2007;23:1721–7.

113. Sturm R. The effects of obesity, smoking, and drinking on medical problems and costs. *Health Aff (Millwood)*. 2002;21:245–53.
114. Livingston EH, Ko CY. Socioeconomic characteristics of the population eligible for obesity surgery. *Surgery*. 2004;135:288–96.
115. Yu AP, Wu EQ, Birnbaum HG, Emani S, Fay M, Pohl G, et al. Short-term economic impact of body weight change among patients with type 2 diabetes treated with antidiabetic agents: analysis using claims, laboratory, and medical record data. *Curr Med Res Opin*. 2007;23:2157–69.
116. Sánchez-Santos R, Sabench Pereferer F, Estévez Fernandez S, del Castillo Dejardin D, Vilarrasa N, Frutos Bernal D, et al. Is the Morbid Obesity Surgery Profitable in Times of Crisis? A Cost-benefit Analysis of Bariatric Surgery. *Cirugía Española (English Ed)*. 2013;91:476–84.
117. Yee M, Leung M, Carlsson NP, Colditz GA, Chang S-H. The Burden of Obesity on Diabetes in the United States: Medical Expenditure Panel Survey, 2008 to 2012. *Value Heal*. 2017;20:77–84.
118. Aagren M, Luo W. Association between glycemic control and short-term healthcare costs among commercially insured diabetes patients in the United States. *J Med Econ*. 2011;14:108–14.
119. Makary MA, Clark JM, Shore AD, Magnuson TH, Richards T, Bass EB, et al. Medication Utilization and Annual Health Care Costs in Patients With Type 2 Diabetes Mellitus Before and After Bariatric Surgery. *Arch Surg*. 2010;145:726.
120. Potteiger CE, Paragi PR, Inverso NA, Still C, Reed MJ, Strodel W, et al. Bariatric Surgery: Shedding the Monetary Weight of Prescription Costs in the Managed Care Arena. *Obes Surg*. 2004;14:725–30.
121. L. Lamar Snow, MD; L. Steve Weinstein, MD; Jeffrey K. Hannon M, Daniel R. Lane, MD; Forrest G. Ringold MD; Peggy A. Hansen M, Michael D. Pointer P-C. The Effect of Roux-en-Y Gastric Bypass on Prescription Drug Costs. *Obes Surg*. 2004;14:1031–5.
122. Wang BCM, Furnback W. Modelling the long-term outcomes of bariatric surgery: A review of cost-effectiveness studies. *Best Pract Res Clin Gastroenterol*. 2013;27:987–95.
123. Craig BM, Tseng DS. Cost-effectiveness of gastric bypass for severe obesity. *Am J Med*. 2002;113:491–8.
124. Himpens J, Ramos A, Welbourn R, Dixon J, Frcp F, Kinsman ER, et al. The IFSO Global Registry IFSO Global Registry Report 2018.
125. Cremieux P-Y, Buchwald H, Shikora SA, Ghosh A, Yang HE, Buessing M. A study on the economic impact of bariatric surgery. *Am J Manag Care*. 2008;14:589–96.

126. Tonatto-Filho AJ, Gallotti FM, Fernandes Chedid M, De Jesus T, Grezzana-Filho M, Stapasolla AM, et al. CIRURGIA BARIÁTRICA NO SISTEMA PÚBLICO DE SAÚDE BRASILEIRO: O BOM, O MAU E O FEIO, OU UM LONGO CAMINHO A PERCORRER. SINAL AMARELO! ABCD Arq Bras Cir Dig. 2019;32:1470.
127. Picot J, Jones J, Colquitt JL, Gospodarevskaya E, Loveman E, Baxter L, et al. The clinical effectiveness and cost-effectiveness of bariatric (weight loss) surgery for obesity: a systematic review and economic evaluation. *Health Technol Assess (Rockv)*. 2009;13:1–190, 215–357, iii–iv.
128. Clegg A, Colquitt J, Sidhu M, Royle P, Walker A. Clinical and cost effectiveness of surgery for morbid obesity: a systematic review and economic evaluation. *Int J Obes*. 2003;27:1167–77.
129. Borisenko O, Adam D, Funch-Jensen P, Ahmed AR, Zhang R, Colpan Z, et al. Bariatric Surgery can Lead to Net Cost Savings to Health Care Systems: Results from a Comprehensive European Decision Analytic Model. *Obes Surg*. 2015;25:1559–68.
130. Gulliford MC, Charlton J, Prevost T, Booth H, Fildes A, Ashworth M, et al. Costs and Outcomes of Increasing Access to Bariatric Surgery: Cohort Study and Cost-Effectiveness Analysis Using Electronic Health Records. *Value Heal*. 2017;20:85–92.
131. Bazuin I, Pouwels S, Houterman S, Nienhuijs SW, Smulders JF, Boer AK. Improved and more effective algorithms to screen for nutrient deficiencies after bariatric surgery. *Eur J Clin Nutr*. 2017;71:198–202.
132. McCrone PR. *Understanding Health Economics: A Guide for Health Care Decision Makers*. Kogan Page; 1998. (Healthcare management series).
133. Ministério Da Saúde e OPAS - Organização Pan-Americana de Saúde. *Introdução a gestão de custos em saúde*. 1a. Edição. Departamento de Economia da Saúde I e D, Gonçalves MA, Alemão MM, editors. Brasília: Editora MS; 2013.
134. Morgan D. *Focus on Health Spending-2015* [Internet]. OECD Health Statistics 2015. 2015 [cited 2015 Dec 31]. Available from: www.oecd.org/health/health-data.htm
135. OECD. *OECD work on health* [Internet]. 2015 [cited 2015 Dec 31]. p. 36. Available from: <http://www.oecd.org/health/Health-Brochure.pdf>
136. Drummond MF, Sculpher MJ, Torrance GW, O'Brien BJ, Stoddart GL. *Methods for the economic evaluation of health care programmes*, second edition. By Oxford: Oxford University Press, 1997. Vol. 2, *The journal of mental health policy and economics*. 1999. 43 p.
137. Salem L, Devlin A, Sullivan SD, Flum DR. A Cost-effectiveness Analysis of Laparoscopic Gastric Bypass, Adjustable Gastric Banding and Non-Surgical Weight Loss Interventions. *Surg Obes Relat Dis*.

- 2008;4:26–32.
138. Hoerger TJ, Zhang P, Segel JE, Kahn HS, Barker LE, Couper S. Cost-effectiveness of bariatric surgery for severely obese adults with diabetes. *Diabetes Care*. 2010;33:1933–9.
 139. Drummond MF, Stoddart GI, Torrance GW. *Methods for the Economic Evaluation of Health Care Programmes - 4th edition*. 4th ed. Vol. 4, *International Journal of Technology Assessment in Health Care*. Oxford University Press; 2015. 464 p.
 140. Medici AC, Piola SF, Vianna SM, Aplicada I de PE. *Economia da Saúde: conceito e contribuição para a gestão da Saúde*. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada; 2002.
 141. Guirguis J, Chhatwal J, Dasarathy J, Rivas J, McMichael D, Nagy LE, et al. Clinical Impact of Alcohol-Related Cirrhosis in the Next Decade: Estimates Based on Current Epidemiological Trends in the United States. *Alcohol Clin Exp Res*. 2015;39:2085–94.
 142. Campolina AG, Bortoluzzo AB, Ferraz MB, Ciconelli RM. Validation of the Brazilian version of the generic six-dimensional short form quality of life questionnaire (SF-6D Brazil). *Cien Saude Colet*. 2011;16:3103–10.
 143. Gerdtham U-G, Jönsson B. Chapter 1 International comparisons of health expenditure: Theory, data and econometric analysis. *Handb Heal Econ*. 2000;1:11–53.
 144. Sullivan SD, Mauskopf JA, Augustovski F, Caro JJ, Lee KM, Minchin M, et al. Budget Impact Analysis—Principles of Good Practice: Report of the ISPOR 2012 Budget Impact Analysis Good Practice II Task Force. *Value Heal*. 2014;17:5–14.
 145. DIRETRIZES METODOLÓGICAS.
 146. OPAS OMS | Relatório Anual do Diretor 2016 [Internet]. [cited 2021 Jul 21]. Available from: <https://www.paho.org/annual-report-2016/Portugues.html>
 147. Paola Zucchi e Marcos Bisi Ferraz. *Economia e Gestão em Saúde - Guias de medicina ambulatoria e hospitalar da UNIFESP - EPM*. São Paulo: Manole; 2010.
 148. Charles JM, Edwards RT, Bywater T, Hutchings J. Micro-Costing in Public Health Economics: Steps Towards a Standardized Framework, Using the Incredible Years Toddler Parenting Program as a Worked Example. *Prev Sci*. 2013;377–89.
 149. Tan SS, Rutten AFFH, Van Ineveld ABM, Redekop AWK, Hakkaart-Van Roijen AL. Comparing methodologies for the cost estimation of hospital services. *Eur J Heal Econ*. 2009;10:39–45.
 150. Clement (Nee Shrive) FM, Ghali WA, Donaldson C, Manns BJ. The impact of using different costing

- methods on the results of an economic evaluation of cardiac care: microcosting vs gross-costing approaches. *Health Econ.* 2009;18:377–88.
151. Tan SS, Hakkaart-van Roijen L, Al MJ, Bouwmans CA, Hoogendoorn ME, Spronk PE, et al. A microcosting study of intensive care unit stay in the Netherlands. *J Intensive Care Med.* 2008;23:250–7.
 152. Ruger JP, Reiff M. A Checklist for the Conduct, Reporting, and Appraisal of Microcosting Studies in Health Care: Protocol Development. *JMIR Res Protoc.* 2016;5:e195.
 153. Swan Tan S, Bakker J, Hoogendoorn ME, Kapila A, Martin J, Pezzi A, et al. Direct Cost Analysis of Intensive Care Unit Stay in Four European Countries: Applying a Standardized Costing Methodology. *Value Heal.* 2012;81–6.
 154. Johnston K, Buxton M, Jones D, Fitzpatrick R. Assessing the costs of healthcare technologies in clinical trials HTA Health Technology Assessment NHS R&D HTA Programme. *Health Technol Assess (Rockv).* 1999;3.
 155. Drummond MF. *Methods for the Economic Evaluation of Health Care Programmes*, M. F. Drummond, G. L. Stoddard, and G. W. Torrance. Oxford: Oxford University Press, 1987, 182 pp., \$29.50. *Int J Technol Assess Health Care.* 1988;4:643.
 156. Drummond MF, Sculpher MJ, Torrance GW, O'Brien BJ, Stoddart GL. *Critical Assessment of Economic Evaluation*. In: *Method for the Economic Evaluation of Health Care Programmes*. Oxford University Press; 2005. p. 27–53.
 157. Wordsworth S, Ludbrook A, Caskey F, Macleod A. Collecting unit cost data in multicentre studies. *Eur J Heal Econ.* 2005;6:38–44.
 158. Xu X, Grossetta Nardini HK, Prah Ruger J. Micro-costing studies in the health and medical literature: protocol for a systematic review. *Syst Rev.* 2014;3:1–7.
 159. Rutten F, Bleichrodt H, Brouwer W, Koopmanschap M, Schut E. *Handbook of Health Economics*. *J Health Econ.* 2001;20:855–79.
 160. Gold M. Panel on Cost-Effectiveness in Health and Medicine. *Med CARE Med Care.* 1996;3434:197–9.
 161. Kinsella S. *Ten Lessons for Micro Costing in Health Economics*.
 162. Browner WS, Cummings SR, Hulley SB, Grady D, Newman TB. *Delineando A Pesquisa Clinica*. ARTMED; 2014.
 163. NICE. National Institute for Health and Care Excellence (NICE). 2014;1–6.

164. Moher D, Schulz KF, Simera I, Altman DG. Guidelines and Guidance Guidance for Developers of Health Research Reporting Guidelines. *Guidel Guid*. 2010;7:1–9.
165. Turri JAO, Visconti JYK, Sarti FM. Cost-effectiveness of bariatric surgery and the treatment of related chronic diseases compared to non-surgery [Internet]. PROSPERO International prospective register of systematic reviews. 2018 [cited 2018 Dec 7]. Available from: https://www.crd.york.ac.uk/prospero/display_record.php?RecordID=106018
166. de Paiva Haddad LB, Decimoni TC, Turri JAO, Leandro R, Soares PC de. Economic evaluations in gastroenterology in Brazil: A systematic review. *World J Gastrointest Pharmacol Ther*. 2016;7:162.
167. Cummings DE, Cohen R V. Beyond BMI: the need for new guidelines governing the use of bariatric and metabolic surgery. *lancet Diabetes Endocrinol*. 2014;2:175–81.
168. Matthews A, Herrett E, Gasparrini A, Van Staa T, Goldacre B, Smeeth L, et al. Impact of statin related media coverage on use of statins: Interrupted time series analysis with UK primary care data. *BMJ*. 2016;353.
169. Bernal JL, Cummins S, Gasparrini A. Interrupted time series regression for the evaluation of public health interventions: A tutorial. *Int J Epidemiol*. 2017;46:348–55.
170. Linden A, Arbor A. Conducting interrupted time-series analysis for single-and multiple-group comparisons. Vol. 15, *The Stata Journal*. 2015.
171. Linden A, Yarnold PR. Using machine learning to evaluate treatment effects in multiple-group interrupted time series analysis. *J Eval Clin Pract*. 2018;24:740–4.
172. Padwal R, Klarenbach S, Wiebe N, Hazel M, Birch D, Karmali S, et al. Bariatric surgery: a systematic review of the clinical and economic evidence. *J Gen Intern Med*. 2011;26:1183–94.
173. Terranova L, Busetto L, Vestri A, Zappa MA. Bariatric Surgery: Cost-Effectiveness and Budget Impact. *Obes Surg*. 2012;22:646–53.
174. Klein S, Ghosh A, Cremieux PY, Eapen S, McGavock TJ. Economic impact of the clinical benefits of bariatric surgery in diabetes patients with BMI ≥ 35 kg/m². *Obesity (Silver Spring)*. 2011;19:581–7.
175. Karim MA, Clifton E, Ahmed J, Mackay GW, Ali A. Economic evaluation of bariatric surgery to combat morbid obesity: A study from the West of Scotland. *Asian J Endosc Surg*. 2013;6:197–202.
176. Powers KA, Rehrig ST, Jones DB. Financial Impact of Obesity and Bariatric Surgery. *Med Clin North Am*. 2007;91:321–38.
177. Chang S-H, Stoll CRT, Colditz GA. Cost-effectiveness of bariatric surgery: Should it be universally

- available? *Maturitas*. 2011;69:230–8.
178. Zhou X, Yu J, Li L, Gloy VL, Nordmann A, Tiboni M, et al. Effects of Bariatric Surgery on Mortality, Cardiovascular Events, and Cancer Outcomes in Obese Patients: Systematic Review and Meta-analysis. *Obes Surg*. 2016;26:2590–601.
 179. BUENO DR, MARUCCI M de FN, GOUVEIA LA, DUARTE YA de O, LEBRÃO ML, BUENO DR, et al. Abdominal obesity and healthcare costs related to hypertension and diabetes in older adults. *Rev Nutr*. 2017;30:209–18.
 180. Keating CL, Dixon JB, Moodie ML, Peeters A, Playfair J, O'Brien PE. Cost-efficacy of surgically induced weight loss for the management of type 2 diabetes: a randomized controlled trial. *Diabetes Care*. 2009;32:580–4.
 181. Keating CL, Neovius M, Sjöholm K, Peltonen M, Narbro K, Eriksson JK, et al. Healthcare Utilization and Costs in Severely Obese Subjects Before Bariatric Surgery. *Obesity*. 2012;20:2412–9.
 182. Miott MS, Koike MK, Miott MS, Koike MK. Bariatric surgery. Analysis of hospital admissions for obesity in the Brazilian Public Health System (SUS) in Sao Paulo. *Acta Cir Bras*. 2014;29:759–64.
 183. Bruschi Kelles SM, Machado CJ, Barreto SM. BEFORE-AND-AFTER STUDY: DOES BARIATRIC SURGERY REDUCE HEALTHCARE UTILIZATION AND RELATED COSTS AMONG OPERATED PATIENTS? *Int J Technol Assess Health Care*. 2015;31:407–13.
 184. Süssenbach, Samanta Pereira ; Mottin CC. Cirurgia bariátrica por laparoscopia: implicações econômicas para o Sistema Único de Saúde. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul; 2015.
 185. Clegg A, Colquitt J, Sidhu M, Royle P, Walker A. Clinical and cost effectiveness of surgery for morbid obesity: a systematic review and economic evaluation. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2003;27:1167–77.
 186. Borisenko O, Colpan Z, Dillemans B, Funch-Jensen P, Hedenbro J, Ahmed AR. Clinical Indications, Utilization, and Funding of Bariatric Surgery in Europe. *Obes Surg*. 2015;25:1408–16.
 187. Ojo P, Valin E. Cost-Effective Restrictive Bariatric Surgery: Laparoscopic Vertical Banded Gastroplasty Versus Laparoscopic Adjustable Gastric Band. *Obes Surg*. 2009;19:1536–41.
 188. Salem L, Devlin A, Sullivan SD, Flum DR. Cost-effectiveness analysis of laparoscopic gastric bypass, adjustable gastric banding, and nonoperative weight loss interventions. *Surg Obes Relat Dis*. 2008;4:26–32.
 189. Anselmino M, Bammer T, Fernández Cebrián JM, Daoud F, Romagnoli G, Torres A. Cost-effectiveness and Budget Impact of Obesity Surgery in Patients with Type 2 Diabetes in Three European Countries(II). *Obes Surg*. 2009;19:1542–9.

190. Tang Q, Sun Z, Zhang N, Xu G, Song P, Xu L, et al. Cost-Effectiveness of Bariatric Surgery for Type 2 Diabetes Mellitus: A Randomized Controlled Trial in China. *Medicine (Baltimore)*. 2016;95:e3522.
191. Klebanoff MJ, Chhatwal J, Nudel JD, Corey KE, Kaplan LM, Hur C. Cost-effectiveness of Bariatric Surgery in Adolescents With Obesity. *JAMA Surg*. 2017;152:136.
192. Maciejewski ML, Arterburn DE. Cost-effectiveness of bariatric surgery. *JAMA*. 2013;310:742–3.
193. Sayeed Ikramuddin, MD; C. David Klingman, PhD; Therese Swan B, and Michael E. Minshall M, Sayeed Ikramuddin M, C. David Klingman P, Therese Swan B, Michael E. Minshall M, et al. Cost-Effectiveness of Roux-en-Y Gastric Bypass in Type 2 Diabetes Patients. *Am J Manag Care*. 2009;15:607–15.
194. Kelles SMB, Barreto SM, Guerra HL. Costs and usage of healthcare services before and after open bariatric surgery. *Sao Paulo Med J*. 2011;129:291–9.
195. Salgado Júnior W, Pitanga KC, Santos JS dos, Sankarankutty AK, Silva Jr O de C e, Ceneviva R. Costs of bariatric surgery in a teaching hospital and the financing provided by the Public Unified Health System. *Acta Cir Bras*. 2010;25:201–5.
196. James R, Salton RI, Byrnes JM, Scuffham PA. Cost-utility analysis for bariatric surgery compared with usual care for the treatment of obesity in Australia. *Surg Obes Relat Dis*. 2017;13:2012–20.
197. Castilla I, Mar J, Valcárcel-Nazco C, Arrospide A, Ramos-Goñi JM. Cost–Utility Analysis of Gastric Bypass for Severely Obese Patients in Spain. *Obes Surg*. 2014;24:2061–8.
198. S. Maklin¹, A. Malmivaara², M. Linna², M. Victorzon⁴ VK and HS. Cost–utility of bariatric surgery for morbid obesity in Finland. *Br J Surg*. 2011;98:1422–9.
199. Campbell JA, Venn A, Neil A, Hensher M, Sharman M, Palmer AJ. Diverse approaches to the health economic evaluation of bariatric surgery: a comprehensive systematic review. *Obes Rev*. 2016;17:850–94.
200. Faria GR, Preto JR, Costa-Maia J. Gastric Bypass is a Cost-Saving Procedure: Results from a Comprehensive Markov Model. *Obes Surg*. 2013;23:460–6.
201. Neovius M, Narbro K, Keating C, Peltonen M, Sjöholm K, Ågren G, et al. Health Care Use During 20 Years Following Bariatric Surgery. *JAMA*. 2012;308:1132.
202. Livingston EH. Hospital costs associated with bariatric procedures in the United States. *Am J Surg*. 2005;190:816–20.
203. Czernichow S, Moszkowicz D, Szwarcensztein K, Emery C, Lafuma A, Gourmelen J, et al. Impact of Bariatric Surgery on the Medical Management and Costs of Obese Patients in France: an Analysis of a

- National Representative Claims Database. *Obes Surg.* 2015;25:986–96.
204. Lopes EC, Heineck I, Athaydes G, Meinhardt NG, Souto KEP, Stein AT. Is Bariatric Surgery Effective in Reducing Comorbidities and Drug Costs? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Obes Surg.* 2015;25:1741–9.
205. Nguyen NT, Goldman C, Rosenquist CJ, Arango A, Cole CJ, Lee SJ, et al. Laparoscopic versus open gastric bypass: a randomized study of outcomes, quality of life, and costs. *Ann Surg.* 2001;234:279–89; discussion 289-91.
206. Shah N, Greenberg JA, Levenson G, Funk LM. Predictors of high cost after bariatric surgery: A single institution review. *Surgery.* 2016;160:877–84.
207. Lee YY, Veerman JL, Barendregt JJ. The cost-effectiveness of laparoscopic adjustable gastric banding in the morbidly obese adult population of Australia. L. Feenstra T, editor. *PLoS One.* 2013;8:e64965.
208. Picot J, Jones J, Colquitt JL, Loveman E, Clegg AJ. Weight Loss Surgery for Mild to Moderate Obesity: A Systematic Review and Economic Evaluation. *Obes Surg.* 2012;22:1496–506.
209. Doble B, Wordsworth S, Rogers CA, Welbourn R, Byrne J, Blazeby JM, et al. What Are the Real Procedural Costs of Bariatric Surgery? A Systematic Literature Review of Published Cost Analyses. *Obes Surg.* 2017;27:2179–92.
210. Song HJ, Kwon JW, Kim YJ, Oh S-H, Heo Y, Han S-M, et al. Bariatric Surgery for the Treatment of Severely Obese Patients in South Korea—Is it Cost Effective? *Obes Surg.* 2013;23:2058–67.
211. Pimenta GP, Saruwatari RT, Corrêa MRA, Genaro PL, Aguilar-Nascimento JE de. Mortality, weight loss and quality of life of patients with morbid obesity: evaluation of the surgical and medical treatment after 2 years. *Arq Gastroenterol.* 2010;47:263–9.
212. New World Bank country classifications by income level: 2021-2022 [Internet]. [cited 2022 Jan 27]. Available from: <https://blogs.worldbank.org/opendata/new-world-bank-country-classifications-income-level-2021-2022>
213. Goettler A, Grosse A, Sonntag D. Productivity loss due to overweight and obesity: a systematic review of indirect costs. *BMJ Open.* 2017;7:e014632.
214. Vos T, Lim SS, Abbafati C, Abbas KM, Abbasi M, Abbasifard M, et al. Global burden of 369 diseases and injuries in 204 countries and territories, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet.* 2020;396:1204–22.
215. Wang H, Abbas KM, Abbasifard M, Abbasi-Kangevari M, Abbastabar H, Abd-Allah F, et al. Global age-sex-specific fertility, mortality, healthy life expectancy (HALE), and population estimates in 204 countries

- and territories, 1950–2019: a comprehensive demographic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet*. 2020;396:1160–203.
216. Aune D, Sen A, Prasad M, al. et. BMI and all cause mortality: systematic review and non-linear dose-response meta-analysis of 230 cohort studies with 3.74 million deaths among 30.3 million participants. *BMJ*. 2016;353:i2156.
 217. Bhaskaran K, dos-Santos-Silva I, Leon DA, Douglas IJ, Smeeth L. Association of BMI with overall and cause-specific mortality: a population-based cohort study of 3.6 million adults in the UK. *Lancet Diabetes Endocrinol*. 2018;6:944–53.
 218. Bertram MY, Tan T, Id TE. Introduction to the Special Issue on “The World Health Organization Choosing Interventions That Are Cost-Effective (WHO-CHOICE) Update.” *Int J Heal Policy Manag*. 2021;10:670–2.
 219. Bertram MY, Lauer JA, De Joncheere K, Edejer T, Hutubessy R, Kieny MP, et al. Cost–effectiveness thresholds: pros and cons. *Bull World Health Organ*. 2016;94:925.
 220. Woods B, Reville P, Sculpher M, Claxton K. Country-Level Cost-Effectiveness Thresholds: Initial Estimates and the Need for Further Research. *Value Health*. 2016;19:929–35.
 221. Claxton K, Martin S, Soares M, Rice N, Spackman E, Hinde S, et al. Methods for the estimation of the National Institute for Health and Care Excellence cost-effectiveness threshold. *Health Technol Assess*. 2015;19:1–503.
 222. de Soarez PC, Novaes HMD. Cost-effectiveness thresholds and the Brazilian Unified National Health System. *Cad Saude Publica*. 2017;33:e00040717.
 223. Ipeadata [Internet]. [cited 2022 Jan 27]. Available from: <http://www.ipeadata.gov.br/ExibeSerie.aspx?serid=38375>
 224. Produto Interno Bruto, Produto Interno Bruto per capita, População residente e Deflator [Internet]. [cited 2022 Jan 27]. Available from: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6784#/n1/all/v/9812/p/all/d/v98122/l/v,,t+p/resultado>
 225. Fila por cirurgias bariátricas no SUS em São Paulo é de 5,2 mil pessoas, afirma Gorinchteyn - SBCBM [Internet]. [cited 2022 Aug 24]. Available from: <https://www.scbcm.org.br/fila-por-cirurgias-bariatricas-no-sus-em-sao-paulo-e-de-52-mil-pessoas-afirma-gorinchteyn/>
 226. UN Food and Agriculture Organization. FAO - News Article: UN General Assembly proclaims Decade of Action on Nutrition. 2016.
 227. Food and Agriculture Organization of The United Nations. Second International Conference on Nutrition.

- 2014.
228. Biener A, Cawley J, Meyerhoefer C. The High and Rising Costs of Obesity to the US Health Care System. *J Gen Intern Med.* 2017;32:6–8.
229. Doumouras AG, Saleh F, Anvari S, Gmora S, Anvari M, Hong D. A Longitudinal Analysis of Short-Term Costs and Outcomes in a Regionalized Center of Excellence Bariatric Care System. *Obes Surg.* 2017;27:2811–7.
230. Zubiaurre PR, Bahia LR, da Rosa MQM, Assumpção RP, Padoin AV, Sussebach SP, et al. Estimated Costs of Clinical and Surgical Treatment of Severe Obesity in the Brazilian Public Health System. *Obes Surg.* 2017;27:3273–80.
231. Turri JAO, Anokye NK, dos Santos LL, Júnior JMS, Baracat EC, Santo MA, et al. Impacts of bariatric surgery in health outcomes and health care costs in Brazil: Interrupted time series analysis of multi-panel data. *BMC Health Serv Res.* 2022;22:1–14.
232. Smith VA, Arterburn DE, Berkowitz TSZ, Olsen MK, Livingston EH, Yancy WS, et al. Association between Bariatric Surgery and Long-term Health Care Expenditures among Veterans with Severe Obesity. *JAMA Surg.* 2019;154:31DUMMY.
233. Wirth K, Kizy S, Abdelwahab H, Zhang J, Santosh Agarwal |, Sayeed Ikramuddin |, et al. Bariatric surgery outcomes in Medicare beneficiaries. 2020;
234. Han H, Chen L, Wang M, Wei X, Ruan Y, He J. Benefits of bariatric surgery in patients with acute ischemic stroke—a national population-based study. *Surg Obes Relat Dis.* 2019;15:1934–42.
235. Doumouras AG, Saleh F, Anvari S, Gmora S, Anvari M, Hong D. A Longitudinal Analysis of Short-Term Costs and Outcomes in a Regionalized Center of Excellence Bariatric Care System. *Obes Surg.* 2017;27:2811–7.
236. Granel Villach L, Laguna Sastre JM, Ibáñez Belenguer JM, Beltrán Herrera HA, Queralt Martín R, Fortea Sanchis C, et al. Analysis of the impact of bariatric surgery on medium-term pharmacological expenditure. *Cirugía Española (English Ed.* 2021;99:737–44.
237. Gulliford MC, Charlton J, Prevost T, Booth H, Fildes A, Ashworth M, et al. Costs and Outcomes of Increasing Access to Bariatric Surgery: Cohort Study and Cost-Effectiveness Analysis Using Electronic Health Records. 2017;
238. Hollenbach M, Prettin C, Gundling F, Schepp W, Seufert J, Stein J, et al. Design of the Weight-loss Endoscopy Trial (WET): a multi-center, randomized, controlled trial comparing weight loss in endoscopically implanted duodenal-jejunal bypass liners vs. intragastric balloons vs. a sham procedure.

- BMC Gastroenterol. 2018;18:118.
239. Kurz CF, Rehm M, Holle R, Teuner C, Laxy M, Schwarzkopf L. The effect of bariatric surgery on health care costs: A synthetic control approach using Bayesian structural time series. *Health Econ.* 2019;28:1293–307.
240. Nonino CB, de OLIVEIRA BAP, Chaves RCP, E Silva LTP, Pinhel MA de S, Ferreira F de C, et al. Is there any change in phenotypic characteristics comparing 5 to 10 years of follow-up in obese patients undergoing roux-en-y gastric bypass? *Arq Bras Cir Dig.* 2019;32.
241. Romeo Villarreal-Calderón J, Cuéllar RX, Ramos-González MR, Rubio-Infante N, Castillo EC, Elizondo-Montemayor L, et al. Interplay between the Adaptive Immune System and Insulin Resistance in Weight Loss Induced by Bariatric Surgery. 2019;
242. Larsen N, Vogensen FK, van den Berg FWJ, Nielsen DS, Andreasen AS, Pedersen BK, et al. Gut Microbiota in Human Adults with Type 2 Diabetes Differs from Non-Diabetic Adults. Bereswill S, editor. *PLoS One.* 2010;5:e9085.
243. Sjöström L, Peltonen M, Jacobson P, Ahlin S, Andersson-Assarsson J, Anveden Å, et al. Association of Bariatric Surgery With Long-term Remission of Type 2 Diabetes and With Microvascular and Macrovascular Complications. *JAMA.* 2014;311:2297.
244. Böhm A, Heitmann BL. The use of bioelectrical impedance analysis for body composition in epidemiological studies. *Eur J Clin Nutr.* 2013;67:S79–85.
245. Aasheim ET, Aylwin SJB, Radhakrishnan ST, Sood AS, Jovanovic A, Olbers T, et al. Assessment of obesity beyond body mass index to determine benefit of treatment. *Clin Obes.* 2011;1:77–84.
246. Anokye N, Mansfield L, Kay T, Sanghera S, Lewin A, Fox-Rushby J. The effectiveness and cost-effectiveness of a complex community sport intervention to increase physical activity: An interrupted time series design. *BMJ Open.* 2018;8.
247. Maciejewski ML, Smith VA, Livingston EH, Kavee AL, Kahwati LC, Henderson WG, et al. Health Care Utilization and Expenditure Changes Associated With Bariatric Surgery. *Med Care.* 2010;48:989–98.
248. Bleich SN, Chang H-Y, Lau B, Steele K, Clark JM, Richards T, et al. Impact of bariatric surgery on health care utilization and costs among patients with diabetes. *Med Care.* 2012;50:58–65.
249. Lopez Bernal J, Soumerai S, Gasparrini A. A methodological framework for model selection in interrupted time series studies. *J Clin Epidemiol.* 2018;103:82–91.
250. Wong RH, Smieliauskas F, Pan IW, Lam SK. Interrupted time-series analysis: Studying trends in neurosurgery. *Neurosurg Focus.* 2015;39:1–5.

251. Jandoc R, Burden AM, Mamdani M, Lévesque LE, Cadarette SM. Interrupted time series analysis in drug utilization research is increasing: Systematic review and recommendations. In: *Journal of Clinical Epidemiology*. Elsevier USA; 2015. p. 950–6.
252. Lopez Bernal J, Cummins S, Gasparrini A. The use of controls in interrupted time series studies of public health interventions. *Int J Epidemiol*. 2018;47:2082–93.
253. Penfold RB, Zhang F. Use of interrupted time series analysis in evaluating health care quality improvements. *Acad Pediatr*. 2013;13.
254. Valsamis EM, Husband H, Chan GKW. Segmented Linear Regression Modelling of Time-Series of Binary Variables in Healthcare. *Comput Math Methods Med*. 2019;2019.
255. Gillings D, Makuc D, Siegel E. Analysis of interrupted time series mortality trends: An example to evaluate regionalized perinatal care. *Am J Public Health*. 1981;71:38–46.
256. St.Clair T, Cook TD, Hallberg K. Examining the Internal Validity and Statistical Precision of the Comparative Interrupted Time Series Design by Comparison With a Randomized Experiment. *Am J Eval*. 2014;35:311–27.
257. Lewis KH, Zhang F, Arterburn DE, Ross-Degnan D, Gillman MW, Frank Wharam J. Comparing medical costs and use after laparoscopic adjustable gastric banding and roux-en-Y gastric bypass. *JAMA Surg*. 2015;150:787–94.
258. DerSarkissian M, Bhak RH, Huang J, Buchs S, Vekeman F, Smolarz BG, et al. Maintenance of weight loss or stability in subjects with obesity: a retrospective longitudinal analysis of a real-world population. *Curr Med Res Opin*. 2017;33:1105–10.
259. Alfredo G, Roberta M, Massimiliano C, Michele L, Nicola B, Adriano R. Long-term multiple intragastric balloon treatment—a new strategy to treat morbid obese patients refusing surgery: Prospective 6-year follow-up study. *Surg Obes Relat Dis*. 2014;10:307–11.
260. Golzarand M, Toolabi K, Farid R. The bariatric surgery and weight losing: a meta-analysis in the long- and very long-term effects of laparoscopic adjustable gastric banding, laparoscopic Roux-en-Y gastric bypass and laparoscopic sleeve gastrectomy on weight loss in adults. *Surg Endosc*. 2017;31:4331–45.
261. Moussa O, Ardissino M, Heaton T, Tang A, Khan O, Ziprin P, et al. Effect of bariatric surgery on long-term cardiovascular outcomes: a nationwide nested cohort study.
262. Böhm A, Heitmann BL. The use of bioelectrical impedance analysis for body composition in epidemiological studies. *Eur J Clin Nutr*. 2013;67:S79–85.
263. TURRI JAO, DECIMONI TC, FERREIRA LA, DINIZ MA, HADDAD LB de P, CAMPOLINA AG.

Higher MELD score increases the overall cost on the waiting list for liver transplantation: a micro-costing analysis based study. *Arq Gastroenterol.* 2017;54:238–45.

9.2.2. Artigo 2

Utilization of bioimpedance to measure bariatric surgery effectiveness with higher precision

Authors

José Antonio Orellana Turri^{1,2,3}, Alexandre Gaducci³, Marco Aurélio Santo³, Flavia Mori Sarti^{1,4}

Institutional affiliations

¹ Department of Nutrition in Public Health. Public Health Faculty, University of Sao Paulo.

² Department of Gynecology and Obstetrics. Instituto Central da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

³ Department of Gastroenterology, Digestive Disease Surgery. Clinics Hospital of Central Institute of Sao Paulo Medical School.

⁴ School of Arts, Sciences and Humanities. University of Sao Paulo.

Introduction

The recent increase in obesity prevalence was followed by disproportionate increase of the type II diabetes mellitus, cardiovascular diseases, and depression, leading to the development of multiple morbidities at young ages and reduced life expectancy, and many types of cancer to be associated with obesity.^{237,238,168,237,239} In Brazil, data from 2017 show that obesity affects 19% of the population and the global obesity prevalence will reach 18% in men and exceed 21% in women (NCD Risk Factor Collaboration, 2016) and severe obesity will exceed 6% in men and 9% in women by 2025, and an estimated 312 million people worldwide are affected.^{10,238-240}

Multiple evidence from studies have demonstrated that, in long-term basis, surgical intervention is more effective than conservative treatment. Obesity is related to a chronic systemic inflammatory state characterized by elevation of interleukins and pro inflammatory markers secreted by adipocytes and adipose tissue macrophage and by an increase in TNF- α by adipose tissue inducing insulin-resistance.²⁴¹ Bariatric surgery can be able to sustain substantial and long-term weight loss, leading to a reduction in the incidence of diabetes, cardiovascular events, and neoplasms and other obesity-related diseases.^{208,241-243}

Bio impedance is considered a useful method to calculate body composition and has been widely applied for predicting total body-fat, fat-free mass and total body-water in healthy person and in a lot of metabolic and non-metabolic diseases in clinical practice and epidemiologic research.²⁴⁴ Studies have found positive associations between anthropometrical measures, such as body mass index and the risks of cardiovascular disease, type 2 diabetes, and other.²⁴⁵

The economic aspects of bariatric surgery also need to be considered. There are a high economic cost of overweight and obesity for health care providers. The costs of physical inactivity in the healthcare system is over Int\$53 billion - 80% of which was borne by high-income countries.^{111,246} The bariatric surgery is still an expensive procedure, and the question to whether bariatric surgery is cost-effective or cost saving is still unanswered.^{105,192,247} Although few studies have compared the pre-surgical and post-surgical costs of patients who underwent bariatric surgery in the main service categories of a health care system, some showed higher total health expenditures after surgery or cost reduction.^{125,174,192,239,247,248}

One of the new ways to accurately measure the total costs of the pre-post intervention and evaluate the effectiveness or the rate of changes of large-scale interventions and policy changes is the Interrupted time series analysis (ITSA).¹⁷¹ In addition, interrupted time series analysis (ITSA) has been designed for the evaluation of public health interventions and health policies introduced at a known point in time with a series of observations collected at regular intervals over time before and after the intervention with the outcomes of interest.^{169,249-251} With this methodology, pre-post comparison can be made while accounting for underlying trends in the outcome.^{170,252-255} The objective of this paper is to present an intermittent time series methodology to analyze the cost of bariatric surgery and the effectiveness related to some bio impedance results of obese patient before and after the surgery.

Methods

The study comprises a retrospective observational analysis of data from 12-years cohort of patients who had undergone bariatric surgery at the Hospital of Clinics from the University of Sao Paulo (HC-FMUSP), Brazil, from January 2006 to December of 2018. Information on 79 patients who had bariatric surgery and up to 36 months of follow up was obtained from the electronic medical database. Only patients who have complete data on multiple bio impedance, anthropometric, hemodynamic and biochemical parameters, utilization of resources and costs were included in the study.

The point in time considered to draw considerations about changes was the first day of hospitalization for the bariatric surgery. The criteria adopted for comparison of costs and health outcomes was measurement of changes in relation to the baseline of interventions (the pre surgery period).

Patients were monthly followed regarded to dietary consultations, clinical examinations, anthropometry, taking of blood samples for analysis of comorbidities (e.g., fasting blood glucose, HbA1c, lipids, inflammatory markers) and bio- electric impedance measurement (BIA) and health care procedures including outpatient consultants, hospitalizations, medicines and drugs and laboratory and image exams. Patients have been evaluated in terms of weigh (and BMI) and arterial blood pressure before and after the standard 12-minute walk-test.

Data were collected using health system perspective and micro costing approach (individual level). The resource utilization was used to estimate the patients' direct cost referring to the period before and after the bariatric surgery. The variables included were:

- Demographic characteristics: gender and age;
- Outpatient health care: appointments with health professionals, anthropometric measures (weight and height), systolic and diastolic blood pressure, hemodynamic and biochemical exams (blood pressure, cholesterol and fractions, triglycerides, insulin, glucose-linked hemoglobin, and fasting glucose);
- Inpatient health care: length of stay, type of surgery, operating room, medication, meals, human resources, hemodynamic and biochemical exams.
- Bio impedance results: total fat-mass, total body-water, total fat-free mas and total muscle-mass (all results in kg and in %).

All the prices and cost estimative were collected using the last purchase price adopted within the institutional electronic database. For the costs in human resources were adopted the current total wage registered in the hospital (including taxes and additional) divided by the total hours used (in outpatient, surgery room and

hospitalization) and summed or multiplied by the total worktime dedicated to procedures and consultations performed during each patient's treatment. Costs were updated to January 2020 and converted into US dollars using Brazilian Central Bank official exchange rate.

Statistical analysis

Descriptive statistics and interrupted time series analysis (ITSA) with generalized estimating equations (GEE) were performed using single-center retrospective data on costs and multiple health outcomes related to health care in the obese patients before and after bariatric surgery from the HC-FMUSP.

Interrupted time-series linear regression analysis

The ITSA design were used to measure statistically changes in the slope and in the future trend of laboratory exams, bio impedance results and costs compared three data points (the pre-intervention, 6 months' post-intervention and 36 months' post-intervention) to stablish direct comparison and the cost utilization, multiple health outcomes and the effectiveness of the bariatric surgery.¹⁷⁰

We defined the single period for time point variable each month of data acquisition, performing 144 months of data acquisition, including 108 months before bariatric surgery and 36 months after bariatric surgery. The 36-months follow up assessed the long-term maintenance of outcomes.

We defined the effect over time as the difference in the rate of changes from the first data point (144 months before bariatric surgery) to the second data point (6 months after bariatric surgery) and the difference between the second data point to the third data point (36 months after the bariatric surgery). The pre-intervention period was used as the basal-level to draw all the comparison in the increase or decrease of health outcomes and costs.

The post-intervention linear trend was obtained by the regression analysis included in the output of the interrupted time-series analysis. This trend represents the hypothetical scenario under which the intervention had not taken place and the calculated trend characterized by the difference between the expected rate of the change in the pre-intervention scenario and the post-intervention scenario.

Dependent variables included in the models were: direct costs of health care, weight, Body Mass Index (BMI), blood pressure, cholesterol and fractions (VLDL, LDL, and HDL), triglycerides, insulin, glucose-linked haemoglobin, and fasting glucose. Statistical analysis was conducted using Stata version 14, and Newey-West standard errors were reported to account for autocorrelation at lag 1.¹⁷¹

Ethical aspects

The study was approved by the Ethical Committee of the School of Medicine from the University of Sao Paulo (opinion numbers 0844918.6.3001.0068 and 90844918.6.0000.5421).

Results

Data from 79 patients who had bariatric surgery in HC-FMUSP was analysed in the study. Patients were previously enrolled in the waiting list for bariatric surgery at the hospital, and therefore were followed at least 36 months after the bariatric surgery. Considering characteristics at baseline, patients were approximately 40 years-old and the majority were female (n=61, 77,2%). White patients were 69,6% and the mean weight for all patients in the beginning of the study were 124.8 kg (\pm 18.6), BMI 47,2 (\pm 4,7) with initial arterial blood pressure of 133.9 (\pm 14.9)/82,9(\pm 9.0) (Table 1).

Table 22: Characterization of patients.

		N	(%)
Gender	Male	18	22.8%
	Female	61	77.2%
Ethnic	White	55	69.6%
	Non-White	24	30.4%
		μ	std dev
Age		40.06	9.99
Weight		124.8	18.6
BMI		47.2	4.7
Blood pressure	Systolic	Initial	133.9
		Final	147.9
	Diastolic	Initial	82.9
		Final	83.4

Time series analysis

The total cost of health care to the obese patient have increased US\$ 1609.10 and US\$ 875.00 from the pre-intervention to the first post-intervention time (6m) and the second post intervention time (36 months) or 5587,84% and 3039.80%, respectively. The results also show a decrease in the total cost between the first post-intervention time (6 months) to the second post-intervention time around 44,8%, with a decrease of US\$733.47 in this period.

The obesity-related outcomes have shown a high improvement in the majority of results, with lower serum levels after intervention. VLDL, triglycerides, LDL, insulin, glycosylated haemoglobin, fasting glucose, cholesterol, weight and BMI have all decreased after bariatric surgery related to the period before intervention. HDL, as expected have increased its blood level after bariatric surgery. The arterial blood pressures have also showed improvement, with lower initial and final measure after the 12 minutes-walk test. Related to the bio impedance, all the results have shown improvements, with reduced fat-mass in kg and in percentage of the total (%) and increase of percentage of muscle mass, total body-water and total fat-free mass.

Regarding the measures between the third period of time (36 months after bariatric surgery) and the second period of time (6 months) after bariatric surgery, the data showed different results. VLDL, triglycerides, glycosylated haemoglobin, cholesterol, systolic arterial blood pressure (initial and final) and total body-water have shown worst results. All the results in the first period of data measurements (pre-intervention), the second period of measurements (6 months after bariatric surgery) and the third period of measurements (36 months after bariatric surgery), and its comparison in terms of total amount and percentage between the three period of data acquisition are shown in table 2.

Table 23: Total cost and obesity-related outcomes pre- and post-bariatric surgery (6 and 36 months).

	Pre surgery	6m	36m	Difference			Difference (%)			P value
				6m-pre	36m-pre	36-6m	6m-pre (%)	36m-pre (%)	36m-6m (%)	
Total cost	28.79	1637.89	904.15	1609.10	875.36	-733.74	5587.84%	3039.80%	-44.80%	*/**
VLDL	29.32	21.45	23.66	-7.87	-5.66	2.20	-26.83%	-19.31%	10.27%	*/**
Triglycerides	153.25	103.96	109.58	-49.29	-43.67	5.62	-32.16%	-28.49%	5.40%	*/**
LDL	111.47	104.01	91.00	-7.46	-20.48	-13.01	-6.69%	-18.37%	-12.51%	*/**
Insulin	25.20	12.00	9.60	-13.20	-15.60	-2.40	-52.37%	-61.91%	-20.02%	*/**
Glycosylated haemoglobin	145.96	113.32	114.29	-32.64	-31.67	0.97	-22.36%	-21.70%	0.86%	*/**
Glycosylated haemoglobin (%)	6.80	5.58	5.66	-1.21	-1.13	0.08	-17.86%	-16.64%	1.49%	*/**
HDL	47.19	52.36	61.00	5.17	13.81	8.64	10.95%	29.26%	16.50%	*/**
Fasting Glucose	108.58	96.57	95.73	-12.00	-12.84	-0.84	-11.06%	-11.83%	-0.87%	*/**
Cholesterol	174.86	171.67	173.76	-3.19	-1.10	2.09	-1.83%	-0.63%	1.22%	-
Weight	124.81	89.97	86.99	-34.84	-37.82	-2.98	-27.92%	-30.30%	-3.31%	*/**
BMI	47.16	34.21	33.11	-12.95	-14.05	-1.10	-27.45%	-29.79%	-3.22%	*
Systolic arterial pressure (initial)	133.98	125.45	126.62	-8.53	-7.35	1.18	-6.37%	-5.49%	0.94%	*/**
Systolic arterial pressure (final)	147.90	138.47	143.68	-9.43	-4.22	5.22	-6.38%	-2.85%	3.77%	*
Diastolic arterial pressure (initial)	82.86	77.98	76.72	-4.88	-6.14	-1.26	-5.89%	-7.41%	-1.62%	-
Diastolic arterial pressure (final)	83.37	79.56	82.00	-3.80	-1.37	2.43	-4.56%	-1.65%	3.06%	-
Total body water (kg)	45.35	40.11	38.73	-5.24	-6.62	-1.38	-11.56%	-14.60%	-3.44%	-
Total body water (%)	36.30	49.47	44.82	13.17	8.52	-4.65	36.27%	23.47%	-9.39%	*/**
Fat-mass (kg)	63.27	35.35	34.20	-27.92	-29.07	-1.15	-44.13%	-45.94%	-3.25%	*/**
Fat-mass (%)	50.73	39.22	38.90	-11.52	-11.83	-0.31	-22.70%	-23.32%	-0.80%	*/**
Muscle-mass (kg)	34.93	30.16	29.21	-4.76	-5.72	-0.95	-13.64%	-16.36%	-3.15%	*/**
Muscle-mass (%)	27.92	33.50	33.72	5.58	5.80	0.21	19.99%	20.76%	0.64%	*/**
Fat-free mass (kg)	61.54	54.63	52.79	-6.91	-8.75	-1.84	-11.22%	-14.22%	-3.38%	*/**
Fat-free mass (%)	49.26	60.80	61.09	11.54	11.83	0.29	23.43%	24.02%	0.48%	*/**

Obs.: *p-value <0,05 related to 6m to pre-surgery; **p-value<0,05 related to measure 36m to pre-surgery.

The distribution of the total cost in the time-series are shown in figure 1. The graphic analysis the distribution of the obesity-related health outcomes (blood exams) are shown in figures 2 and 3.

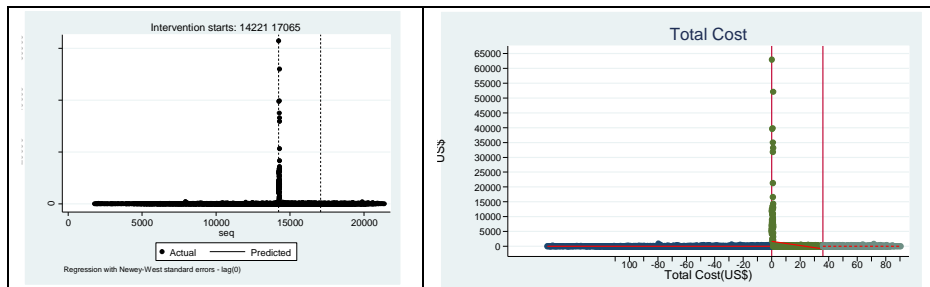
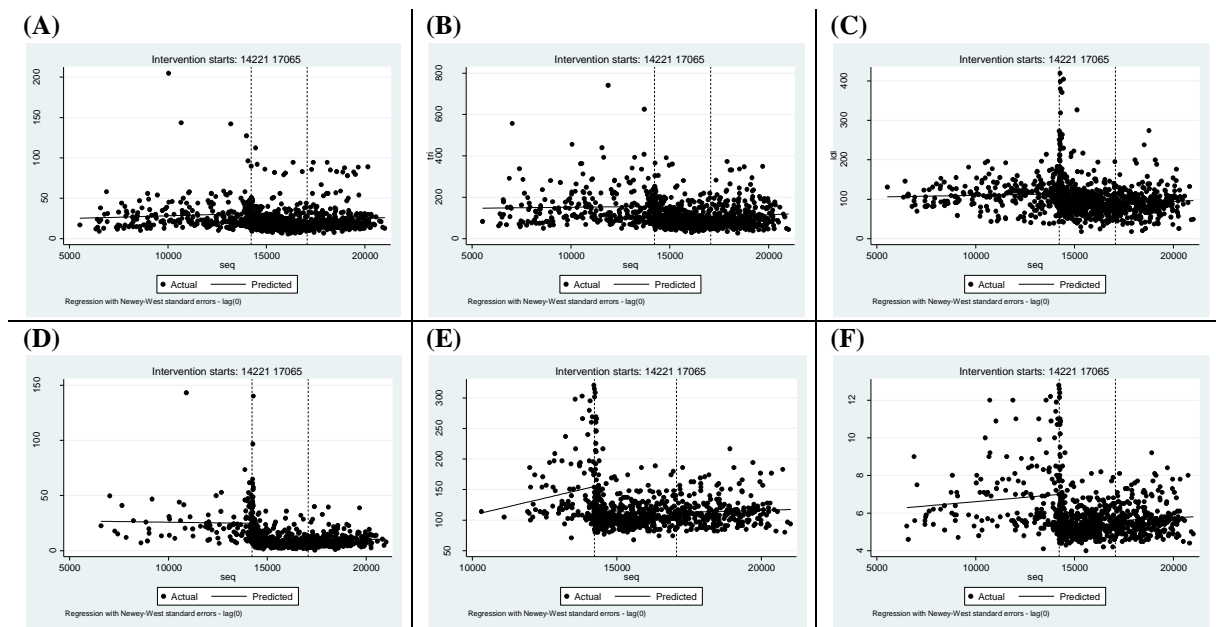


Figure 17: Time-series analysis of total cost.



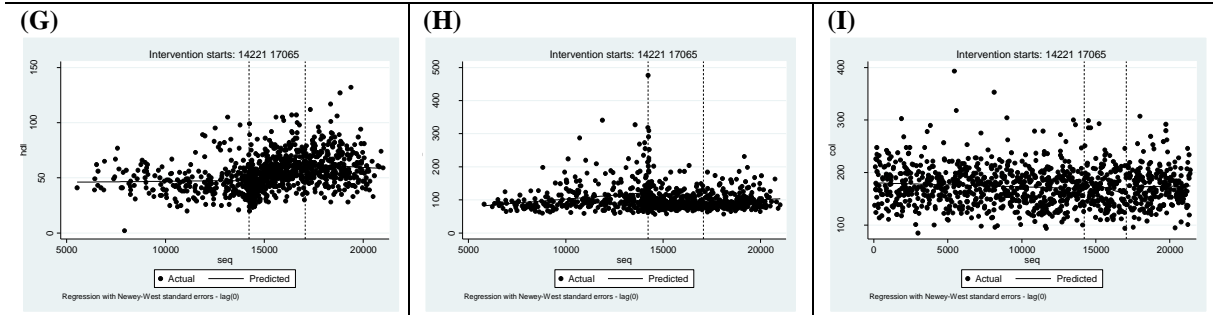


Figure 18: Time-series analysis of obesity-related health outcomes.

A: VLDL (Very low-density lipoprotein); B: Triglycerides; C: LDL (Low-density lipoprotein); D: Fasting insulin; E: Glycosylated haemoglobin; F: Glycosylated haemoglobin (%); G: HDL (High-density lipoprotein); H: Fasting glucose; I: Cholesterol.

The distribution of the total cost in the time-series are shown in figure 1. The distribution of the obesity-related health outcomes (blood exams) is shown in figures 2 and 3.

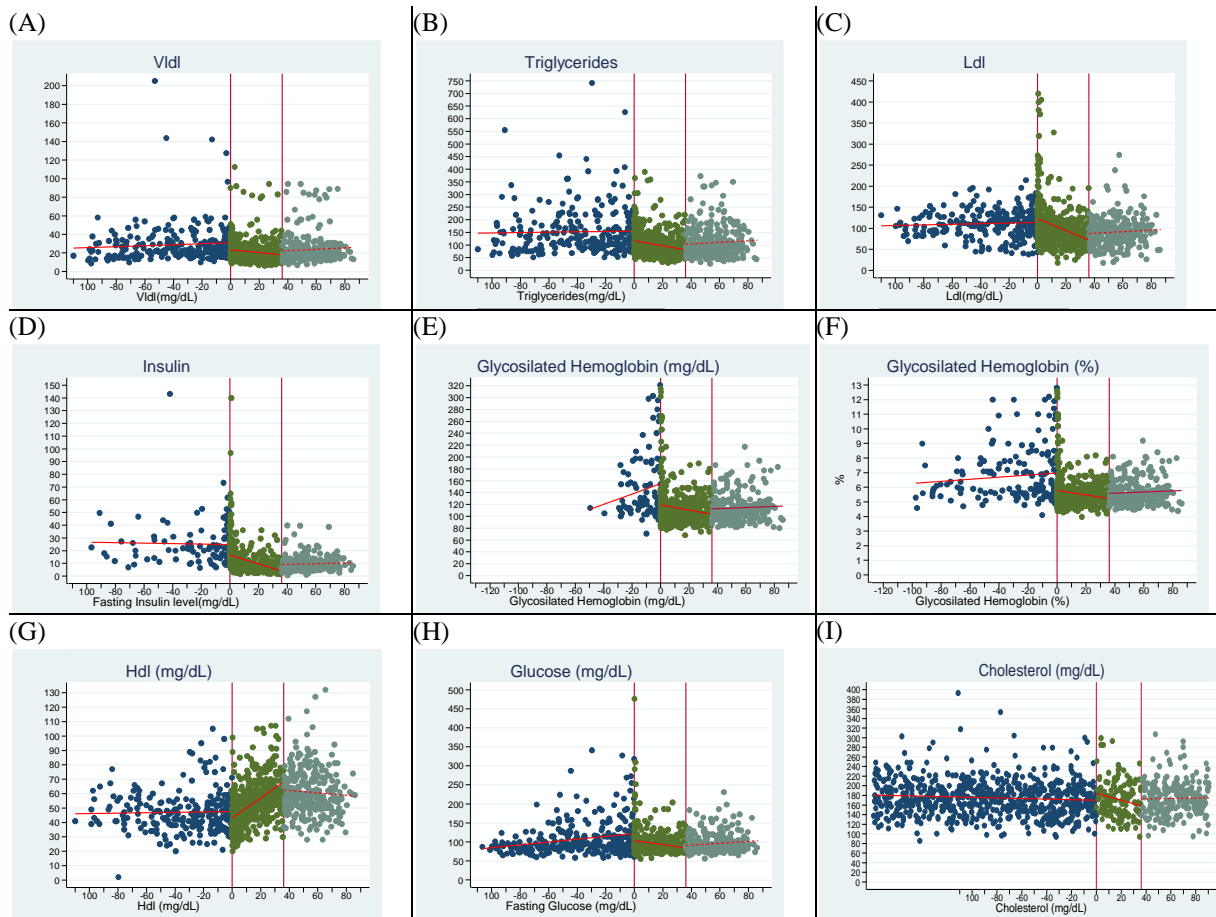


Figure 19: Time-series analysis of obesity-related health outcomes.

A: VLDL (Very low-density lipoprotein); B: Triglycerides; C: LDL (Low-density lipoprotein); D: Fasting insulin; E: Glycosylated haemoglobin; F: Glycosylated haemoglobin (%); G: HDL (High-density lipoprotein); H: Fasting glucose; I: Cholesterol.

The distribution of the weight and BMI in the time-series are shown in figure 4. The graphic analyses the distribution of the bio impedance results are shown in figures 5 and 6.

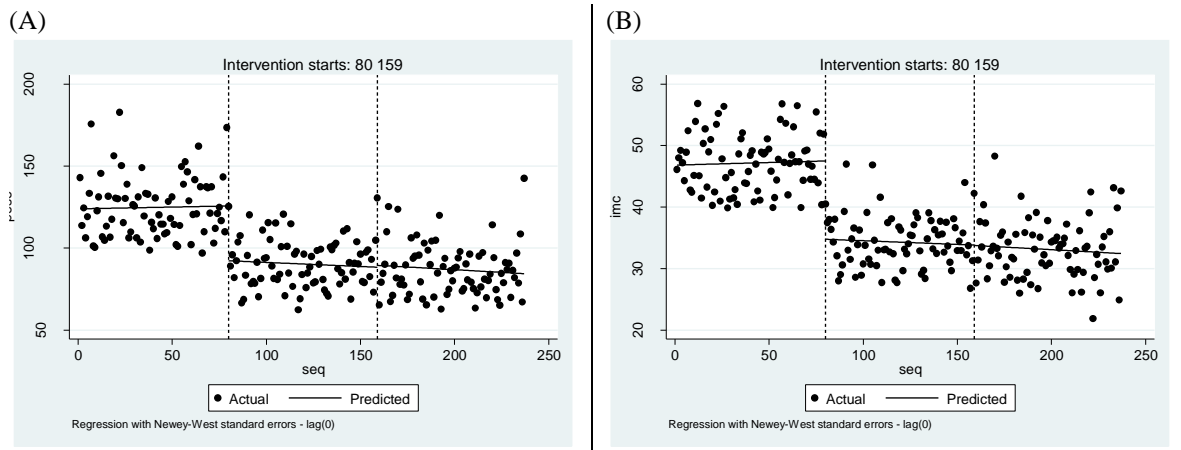


Figure 20: Time-series analysis of obesity-related health outcomes.

A: Weight; B: BMI (body mass index).

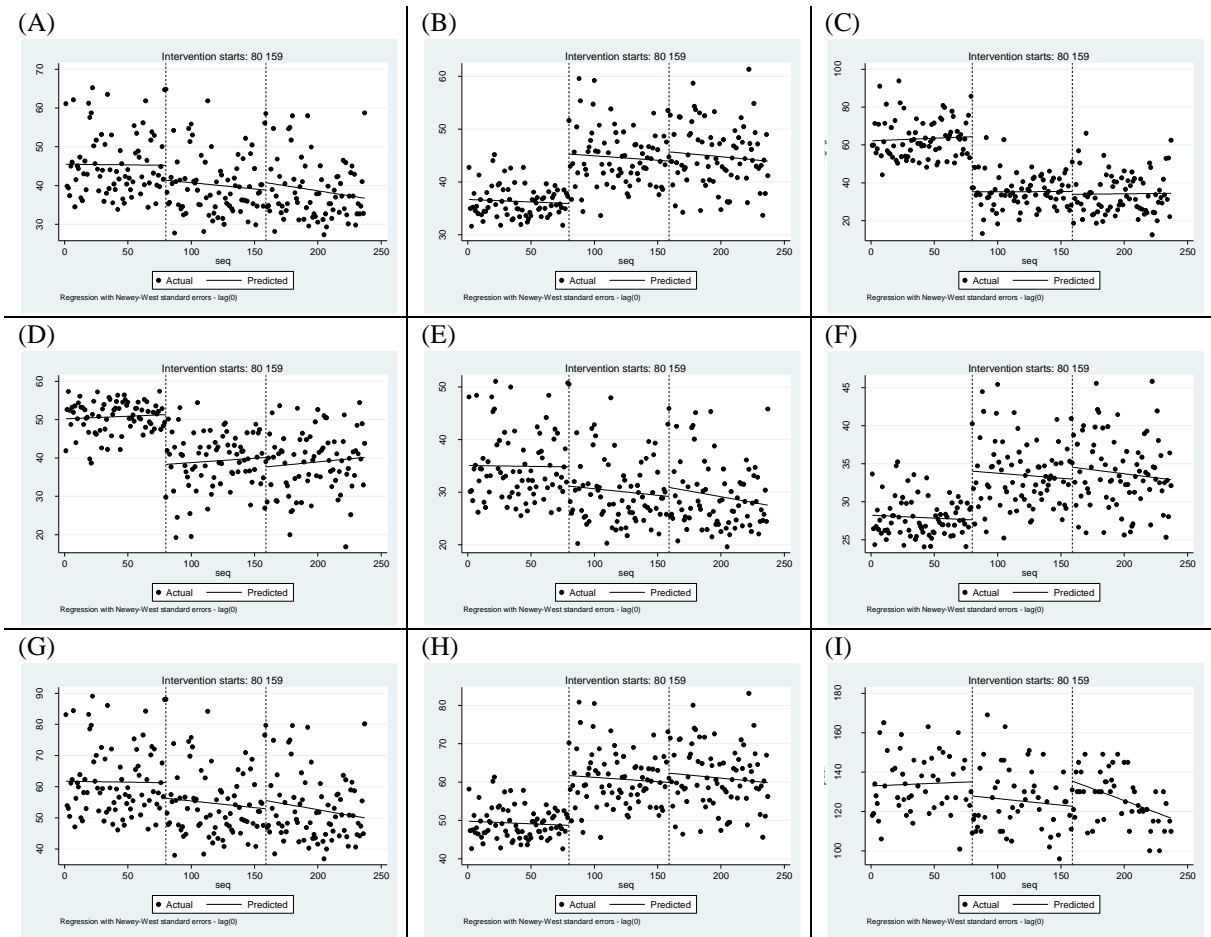


Figure 21: Time-series analysis of obesity outcomes and bio-impedance results.

A: Total body-water; B: Total body-water (%); C: Fat-mass; D: Fat-mass (%); E: Muscle mass; F: Muscle mass (%); G: Fat-free mass; H: Fat-free mass (%); I: Arterial systolic pressure.

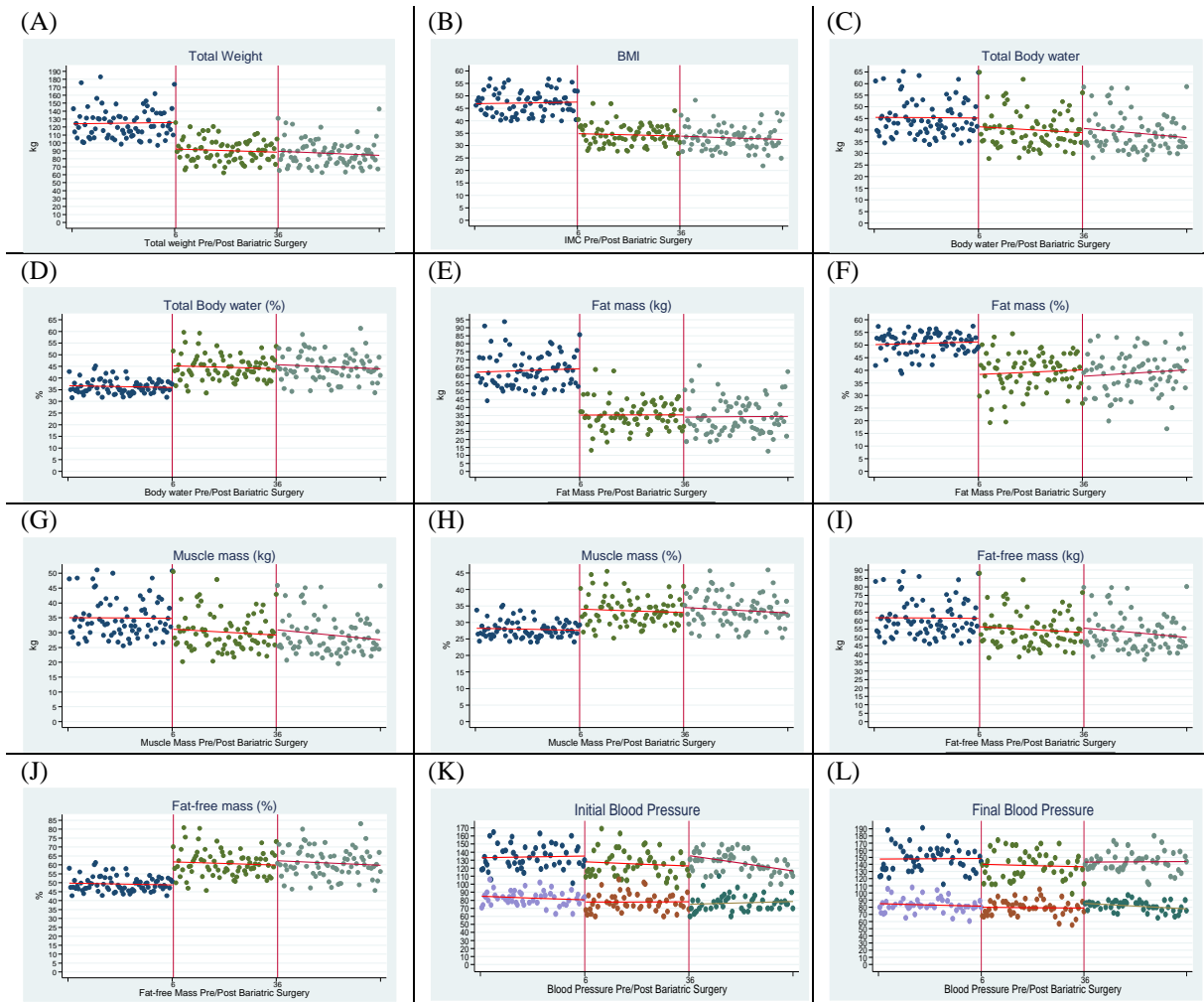


Figure 22: Time-series analysis of obesity outcomes and bio-impedance results.

A: Total weight; B: BMI (body mass index); C: Total body water; D: Total body-water (%); E: Fat mass (kg); F: Fat mass (%); G: Muscle mass (kg); H: Muscle mass (%); I: Fat-free mass (kg); J: Fat-free mass (%); K: Initial blood pressure after 12-minute walk; L: final blood pressure after 12-minute walk.

Marginal effects

The results show the degree of difference between the second and third periods in relation to the first period, i.e., incremental effects of the intervention (Table 4).

Table 24: Marginal effects of health-related obesity outcomes and bio-impedance results.

		Change	95% Conf. Interval		P
Total cost	6m	1637.89	1137.84 -	2137.94	<0.001
	36m	904.15	619.09 -	1189.20	<0.001
VLDL	6m	-7.70	-11.56 -	-3.85	<0.001
	36m	4.21	0.16 -	8.25	0.042
Triglycerides	6m	-38.61	-56.17 -	-21.05	<0.001
	36m	22.22	7.63 -	36.81	0.003
LDL	6m	8.77	-1.70 -	19.25	0.101
	36m	15.16	5.51 -	24.80	0.002
Insulin	6m	-8.28	-12.32 -	-4.24	<0.001
	36m	5.01	2.71 -	7.30	<0.001
Hemoglobin	6m	-35.72	-53.33 -	-18.10	<0.001
	36m	9.32	1.99 -	16.66	0.013
Hemoglobin %	6m	-1.20	-1.67 -	-0.73	<0.001

	36m	0.33	0.08 -	0.59	0.008
HDL	6m	-4.55	-7.60 -	-1.50	0.003
	36m	-5.63	-9.88 -	-1.37	0.01
Glucose	6m	-18.92	-29.86 -	-7.99	0.001
	36m	5.76	-1.18 -	12.72	0.104
Cholesterol	6m	14.23	0.27 -	28.19	0.046
	36m	14.07	-2.06 -	30.21	0.087
Weight	6m	-34.45	-34.77 -	-34.13	<0.001
	36m	-37.82	-38.14 -	-37.49	<0.001
BMI	6m	-12.71	-15.59 -	-9.84	<0.001
	36m	-0.05	-2.92 -	2.82	0.972
Systolic arterial pressure (initial)	6m	-7.19	-19.54 -	5.15	0.253
	36m	12.81	2.62 -	22.99	0.014
Systolic arterial pressure (final)	6m	-8.26	-22.54 -	6.02	0.255
	36m	6.71	-4.60 -	18.02	0.243
Diastolic arterial pressure (initial)	6m	-2.78	-10.57 -	5.00	0.481
	36m	-3.09	-11.06 -	4.87	0.444
Diastolic arterial pressure (final)	6m	-1.29	-8.43 -	5.84	0.721
	36m	6.77	-0.20 -	13.75	0.057
Body water (kg)	6m	-3.83	-9.27 -	1.60	0.166
	36m	1.91	-3.24 -	7.06	0.466
Body water (%)	6m	9.36	6.33 -	12.40	<0.001
	36m	1.74	-1.65 -	5.14	0.314
Fat-mass (kg)	6m	-29.03	-35.56 -	-22.50	<0.001
	36m	-1.40	-7.90 -	5.09	0.67
Fat-mass (%)	6m	-12.96	-17.09 -	-8.82	<0.001
	36m	-2.46	-7.10 -	2.17	0.297
Muscle-mass (kg)	6m	-3.66	-8.09 -	0.77	0.105
	36m	1.71	-2.51 -	5.95	0.425
Muscle-mass (%)	6m	6.40	3.95 -	8.85	<0.001
	36m	1.56	-1.17 -	4.29	0.261
Fat-free mass (kg)	6m	-4.99	-12.41 -	2.41	0.185
	36m	2.64	-4.39 -	9.68	0.46
Fat-free mass (%)	6m	12.98	8.84 -	17.11	<0.001
	36m	2.43	-2.19 -	7.07	0.30

Post-intervention trend

The post-intervention trend shows the tendency of increase or decrease of the results, related to the pre-intervention period and the first period of post-intervention (6 months after bariatric surgery) and the second period of post-intervention (36 months after bariatric surgery).

The results show a trend to decrease the cost after the bariatric surgery (-0.89; CI95% -1.16 - -0.61; $p < 0.001$), but a trend to increase the cost 36 months after the bariatric surgery (0.004; CI95% -0.0002 - 0.0098; $p = 0.06$).

In the majority of measurements, there is not a statistical change in the trend in the third period of analysis (36 months after bariatric surgery) related to the second period of data acquisition (6 months after bariatric surgery).

The VLDL triglycerides, LDL, insulin, glucose-linked haemoglobin, fasting glucose, cholesterol, systolic (initial) and diastolic (final) arterial blood pressure and fat-mass (kg and %) have all increased post-intervention linear trend values in the third period of measurement (36 months after bariatric surgery) related to the second period of measurements (6 months after bariatric surgery), but all data non statistic ($p > 0.05$).

HDL, weight, BMI, systolic (initial) and diastolic (final) arterial blood pressure, total body water (kg and %), muscle-mass (kg and %) and fat-free mass (kg and %) have decreased post-intervention linear trend values in the third period of measurement (36 months after bariatric surgery) related to the second period of measurements (6 months after bariatric surgery), but only the results of fasting glucose is statistic ($p = 0.0286$). All results are shown in table 4.

Table 25: Interrupted time-series post-intervention linear trend 6 months and 36 months after bariatric surgery.

Outcome	Time	Increase/Decrease	(95% Conf. Interval)		P
Total cost	6m	-0.8926	-1.1674	-0.6177	< 0.001
	36m	0.0048	-0.0002	0.0098	0.0612
VLDL	6m	-0.0019	-0.0032	-0.0007	0.0029
	36m	0.001	-0.0009	0.0028	0.3077
Triglycerides	6m	-0.0125	-0.0172	-0.0078	< 0.001
	36m	0.004	-0.0025	0.0104	0.2289
LDL	6m	-0.0176	-0.0227	-0.0125	< 0.001
	36m	0.0023	-0.0013	0.0059	0.2107
Insulin	6m	-0.0044	-0.0056	-0.0031	< 0.001
	36m	0.0004	-0.0004	0.0012	0.3424
Hemoglobin	6m	-0.0057	-0.0094	-0.002	0.0025
	36m	0.0012	-0.0019	0.0044	0.4458
Hemoglobin %	6m	-0.0002	-0.0003	-0.0001	0.0038
	36m	0.0001	-0.0001	0.0002	0.3324
HDL	6m	0.0088	0.0074	0.0102	< 0.001
	36m	-0.0011	-0.0028	0.0007	0.2317
Glucose	6m	-0.0064	-0.01	-0.0029	0.0004
	36m	0.0032	0.0003	0.0061	0.0286
Cholesterol	6m	-0.0089	-0.0168	-0.0009	0.0283
	36m	0.0005	-0.0035	0.0044	0.8225
Weight	6m	-0.0498	-0.1893	0.0897	0.4828
	36m	-0.0652	-0.2641	0.1338	0.5193
BMI	6m	-0.0121	-0.0538	0.0297	0.5697
	36m	-0.017	-0.0717	0.0377	0.5413
Systolic arterial pressure (initial)	6m	-0.0663	-0.2524	0.1197	0.4822
	36m	-0.2411	-0.3691	-0.1131	0.0003
Systolic arterial pressure (final)	6m	-0.0445	-0.2703	0.1814	0.6976
	36m	0.0107	-0.1342	0.1556	0.8839
Diastolic arterial pressure (initial)	6m	0.0077	-0.116	0.1314	0.9018
	36m	0.0417	-0.0656	0.1489	0.4438
Diastolic arterial pressure (final)	6m	-0.0174	-0.1414	0.1066	0.7818
	36m	-0.0986	-0.1763	-0.0209	0.0132
Body water (kg)	6m	-0.0322	-0.1151	0.0507	0.4448
	36m	-0.0515	-0.1334	0.0304	0.2169
Body water (%)	6m	-0.0168	-0.0735	0.0399	0.5604
	36m	-0.0224	-0.0797	0.0349	0.4421
Fat-mass (kg)	6m	0.0006	-0.0901	0.0914	0.9892
	36m	0.006	-0.1202	0.1321	0.9259
Fat-mass (%)	6m	0.0229	-0.0542	0.1001	0.5585
	36m	0.0317	-0.0465	0.1099	0.4254
Muscle-mass (kg)	6m	-0.0249	-0.0922	0.0424	0.4671
	36m	-0.043	-0.1109	0.0249	0.2134
Muscle-mass (%)	6m	-0.0132	-0.0586	0.0322	0.5681
	36m	-0.021	-0.0657	0.0236	0.354
Fat-free mass (kg)	6m	-0.043	-0.1559	0.0699	0.4541
	36m	-0.0711	-0.1832	0.0409	0.2122
Fat-free mass (%)	6m	-0.0229	-0.0999	0.0542	0.5592
	36m	-0.0317	-0.1099	0.0465	0.4254

Cost-effectiveness analysis

All the results, including laboratory exams, weight and BMI and bio-impedance measurements have shown incremental cost-effectiveness ratio (ICER) bellow US\$ 1325.00 in the first period of evaluation after the bariatric surgery (6m) regard to the pre-intervention period (pre bariatric surgery).

The second period of time have an ICER bellow US\$ 2200.00 in all measurements, related to the pre-intervention period. The ICER1 (6 months after bariatric surgery) and ICER2 (36 months after bariatric surgery) are shown in table 5 and figures 7 and 8.

Table 26: Incremental cost-effectiveness ratio after 6 months and 36 months after bariatric surgery.

Outcome	Pré	6m	36m	Increm 1	Increm 2	ICER1	ICER2
Total cost	28.7965	1637.898	904.1532	1609.102	2513.255	-	-
VLDL	29.3281	21.4597	23.664	7.868	5.6641	204.50	443.72
Triglycerides	153.254	103.967	109.586	49.287	43.668	32.65	57.55
LDL	111.479	104.017	91.0035	7.462	20.4755	215.64	122.74
Insulin	25.205	12.0043	9.60101	13.201	15.60399	121.90	161.06
Glycosylated haemoglobin	145.967	113.329	114.298	32.638	31.669	49.30	79.36
Glycosylated haemoglobin (%)	6.8003	5.58558	5.66863	1.215	1.13167	1324.67	2220.84
HDL	47.1944	52.3602	61.0017	5.166	13.8073	311.49	182.02
Fasting glucose	108.581	96.5765	95.7391	12.005	12.8419	134.04	195.71
Cholesterol	174.865	171.673	173.767	3.192	1.098	504.10	2288.94
Weight	124.815	89.9718	86.9949	34.843	37.8201	46.18	66.45
BMI	47.1648	34.2187	33.1157	12.946	14.0491	124.29	178.89
Systolic arterial pressure (initial)	133.98	125.451	126.627	8.529	7.353	188.66	341.80
Systolic arterial pressure (final)	147.902	138.471	143.686	9.431	4.216	170.62	596.12
Diastolic arterial pressure (initial)	82.8627	77.9804	76.72	4.882	6.1427	329.58	409.14
Diastolic arterial pressure (final)	83.3726	79.5686	82	3.804	1.3726	423.00	1831.02
Total body water (kg)	45.3595	40.1167	38.7354	-5.243	-6.6241	-306.92	-379.41
Total body water (%)	36.3069	49.4756	44.8289	13.169	8.522	122.19	294.91
Fat-mass (kg)	63.2709	35.35	34.2013	27.921	29.0696	57.63	86.46
Fat-mass (%)	50.7389	39.2206	38.9069	11.518	11.832	139.70	212.41
Muscle-mass (kg)	34.9316	30.1667	29.2152	-4.765	-5.7164	-337.70	-439.66
Muscle-mass (%)	27.9262	33.5094	33.724	5.583	5.7978	288.20	433.48
Fat-free mass (kg)	61.5443	54.6385	52.7937	-6.906	-8.7506	-233.01	-287.21
Fat-free mass (%)	49.2611	60.802	61.0931	11.541	11.832	139.43	212.41

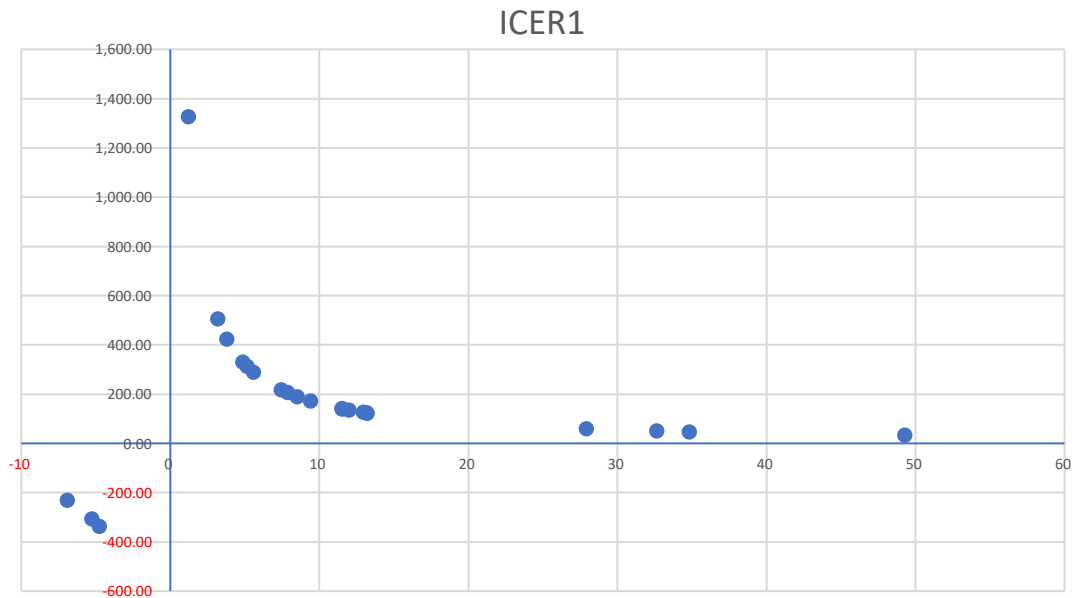


Figure 23: Incremental cost-effectiveness ratio 6 months after bariatric surgery (US\$).

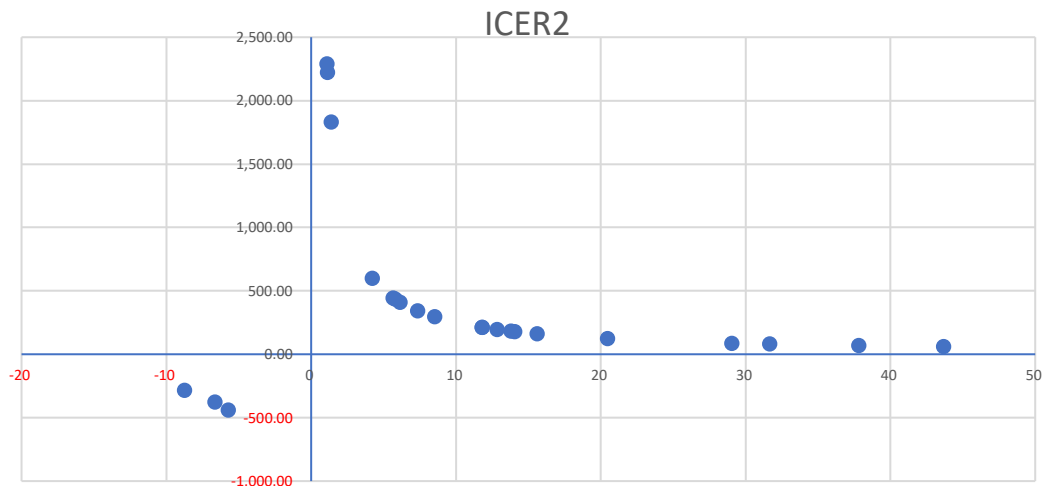


Figure 24: Incremental cost-effectiveness ratio 36 months after bariatric surgery (US\$).

Discussion

Obesity-related diseases impose extensive financial efforts in the health system worldwide. The socioeconomic burden starts many times silently and the cumulative effects on health can be only noticed when the disease and comorbidities are installed and the individual become sick and start do seek treatment, leading to economic impact for itself and broadly to the health system. The search for the inflexion on the rising curve of illness, altered inflammatory or metabolic blood markers, blood press or weigh lead to innumerate procedures, treatments or surgeries, with the aim of invert the trend in worsening the health status, to start the trend to the improvement of all measures related to well-being and health.

Similar of each individuals' health status, the worsening of health lead to the increased expenditure in the treatment of diseases, and, specifically dealing with obesity-related diseases, each increase of weight or alteration of laboratory exams can cause a huge economic impact in the health systems. Many studies have tried to deal with the question on how to evaluate of health status before and after some procedure simply comparing measures, and tracing results based on mean numbers or averaged outcomes.

The immediate and long-term loss of weight and the regain of weight and the time-to-regain has been the standard measure to stablish the effectiveness of every bariatric surgery. In our study, the patients achieved 27,9% and 30% of weight loss after 6 months and 36 months of the bariatric surgery, respectively, following the rate of other studies.^{92,241}

Interrupted time-series analyses have been designed to deal with some issues caused by standard methodology that only compare before-after data, drawing the difference in the trend of improvement or worsening of combined data of each individual in the same health status.²⁵⁶ This study is the first to use ITSA methodology to evaluate the costs of obesity treatment including bariatric surgery as the factor to change health status and obesity-related diseases and furthermore including bio impedance results as measure of effectiveness of this procedure.

The results on laboratory exams confirm that the bariatric surgery is responsible for immediate inflexion on ascendant trend in the worsening of health status in the pre-surgery period and, is able to, after the surgery and in long-term maintain the ex-obese individual with better results in almost all outcome evaluated in this study. The

three stages approaching was designed to evaluate and even to confirm or deny the medium to long term effect of the bariatric surgery and the health-care cost of the treatment in this 12-years cohort study.

There is a clear change in increasing of total expenditure, about 5,500% in the first 6 months after the bariatric surgery that continue for at least 36 months in more than 3,000%. This reflects the increasing of number or amount of laboratory and image exams, and can be explained, in some patients by the access to new procedures not allowed or not secure to obese individuals. The needed to follow strictly post-intervention schedule of exams and consultants can partially explain this huge rise of costs.

Welbourn et al., have found reoperation rates quoted by at 10-20% over 5-10 years. This directly reflects the needed to new procedures, causing costs.⁵⁰ In long-terms 3-years follow-up, there is a falling trend in lower the total cost, about 45% less expensive than the first period, but still more expensive than the pre-surgery period. Lewis et al., performed a retrospective 4-year time-series study comparing the costs before and after bariatric surgery. The authors have found that the costs after the surgery are 17% to 32% higher than before the surgery, mainly because medicine-drugs prescription.²⁵⁷

In terms of effectiveness, it is well established in the literature the improvement of health status, after the bariatric surgery. Our results have demonstrated the degree of lowering in important obesity-related outcomes and the trend over-over-the time in increasing or decreasing the measures. The distribution point-to-point measure of each individual, tracing the behaviour of each laboratory exams or bio-impedance measure, blood pressure and weight direct reflect the pre-post intervention effectiveness, consolidating previous publications on literature.²⁴¹

Occurrence of weight regain after bariatric surgery was acknowledged in literature.^{3,240,258,259} Our study have observed similar results to other studies, including the loss of approximately 30% in the 6 months to 36 months period. The long-term effectiveness of procedures like bariatric surgery is well documented in the scientific literature. Golzarand, et al., have observed excess weight loss of 47.94% and 47.43% after bariatric surgery after 5 and 10 years, respectively.²⁶⁰

Although our time-series study has demonstrated the worsening of some important obesity-related markers 6 to 36 months after the bariatric surgery, like triglycerides, VLDL, glycosylated haemoglobin and cholesterol, the rate of decreasing is low and still show better results than the pre-surgical period of time. Some studies have demonstrated high rates of failure of remission over the time. Wu et al., found that, after 5 years, around 35% of T2DM, 60% of hypertensive patients and 40% of those with dyslipidaemia have returned to pre-surgical condition in a 5-years follow up and only 30% of diabetes patients still have remission of this disease.⁹² The Swedish Obese Subjects (SOS) study, one of the largest and longest prospective studies, found that T2DM recovery rates of Swedish patients with bariatric surgery were 72% after 2 years of the procedure.⁷⁸ In terms of improvement of lipid profile, the remission rates of VLD, triglycerides, LDL, and cholesterol and the increasing of HDL are compatible with the literature.

The hypertension remission was also found in our study. After a high falling trend in lowering the blood press (systolic and diastolic) in the first 6 months after bariatric surgery, in long-term we were able to find a rising trend to worsening of some measurements, mainly after the 12-minute walk test. This may be explained by the lack of a well established program of exercises or a continuous clinical following of cardiovascular diseases.

Moussa et al, in a nationwide long-term cohort study have observed that patients who had undergone bariatric surgery had a significantly lower occurrence of major adverse cardiovascular events (HR 0.410, CI95% 0.274-0.615; $p < 0.001$), mainly due to reduction on myocardial infarction, heart failure and mortality.²⁶¹

Our results can directly focus on medium to long-term disease remission based in the post intervention trend that shows the continuous tendency to lowering important obesity-related disease markers, as well the total cost, weight and blood pressure. Although after 36 months there is a flattening trend or even a starting-point to rise the trend in some outcomes, like cholesterol, weight and blood pressure, the rate of worsening is very low and still better than the pre-surgical period. In our clinical practice, the multi-disciplinary approach, including nutritionist, physical activity, psychologist and stress management, self-monitoring of eating and drinking habits and other, the long-term effectiveness of bariatric surgery is a challenge and, after a well-established period of very high health improvement, almost all patient miss the scheduled outpatient consults, perhaps following old behavior habits like fatty foods, snacks and the lack of exercises return, with impact in the excess of weight loss and in the health status.³

This long-term panel related to obesity-related metabolic markers is well documented in many studies, but our study has correlated these findings with the bio-impedance measurements. Further, then the excess of weight loss or total weight loss, our study were able to compare pre-post body measurements and to give important insights for the obese patients' treatment. The weight loss is not always correlated with health benefit. It is well documented the significant loss of muscle-mass, mainly followed the first months of bariatric surgery, as well fat-mass, fat-free mass and total body-water.

Although our study found a deep decrease in all bio-impedance measurements, the percentage related to total body-weight have achieved a great improvement over-the time. Muscle mass, fat-free mass and body-water have improved greatly, 6 months and at least 36 months after the bariatric surgery. Despite a slight percent decrease in all these measurements, but fat-free mass, this study has demonstrated important correlations with the weight measurement following over-the-time after bariatric surgery. Studies that the only outcome is the weight loss cannot be able to accurately verify if there is a health improvement or just a loss of substantial muscle-mass.

Bölm et al. have demonstrated that bio impedance, rather than BMI influencer mortality risk and showed that especially a high body-fat was associated with increased cardiovascular risk like coronary event hypertension, hypercholesterolemia, T2DM and ischemic stroke.²⁶² The authors have found also the development of cardiovascular diseases over 10 years is three times higher in the individuals with high body-fat than for those with high BMI. These results suggest that not-only weight loss can be associated with risk-reduction after bariatric surgery, but the lack of more accurate measures can hide important risk-factors in body-composition. The results of our study were combined to build the incremental cost-effectiveness ratio, including the total cost in the three stages of measurement (pre-surgery, to 6 months after surgery and to 36 months after the bariatric surgery) and the results from laboratory exams, weight, BMI, blood pressure and bio impedance measures.

The total incremental costs-effectiveness ration per on unit of gain is quite inexpensive in terms of public health, considering the health benefits in medium to long-term. Within the range of US\$ 46.18 to US\$ 66.45 per kg of weight loss, in the period of 6 months and 36 months after bariatric surgery to US\$ 1324.67 to US\$ 2220.84 per each percent of glycosylated haemoglobin reduced, 6 months and 36 months after bariatric surgery, the range of expenditure of each item evaluated in this study are affordable for almost every health system in the treatment of obese individual and can probably be less expensive than other alternatives like medicines for long-term treatment.

The strengths of this study are using the new interrupted time-series methodology to evaluate a cohort of obese patients for more than 13 years, including 36 months of follow up after the bariatric surgery, with micro

costing approach, including every single exam, procedure or treatment, using bio-impedance measures to demonstrate the cost-effectiveness of the bariatric surgery. The enormous amount of daily-based data and its findings reinforces the importance of new statistical tools to accurately analyse, process and generate future trends over the time.

More than averaged single-point pre-post comparison, ITSA can draw point-point comparison (daily, weekly, monthly) and is able to capture precisely the rise, flattening or falling of each resource use or result. The micro costing methodology in data acquisition has been previously published as the most reliable cost and usage or resources estimates, with every component use is identified at a detailed level and a unit cost is attached to each resource.^{149,154,263}

Thus, the long-term effects of obesity treatments, not only on body weight, but also on risk factors for disease, improvement of health and body composition with better percent of muscle mass and consequently in the reduction of health-related cost and falling trend of health-cost over-the-time has been established. The present study has some limitations. First, similar to other non-randomized study, the lack of control group possibly tends to drive the obese patient to gain weight as fast as possible, because, the waiting list for surgery is guided by “the worse first”. It means that, as fat as the patient are, the first he or she is conducted to the surgery room. This causes the worsening of every single laboratory exam or bio impedance measure, as seen in the pre-surgery period of time in our study. This high basal level could lead to best results after the surgery, with impressive improvement in all outcomes evaluated, not all persisting up to 36 months, as expected.

Conclusion

Interrupted time-series analysis over a 12 years’ cohort study of obese patients submitted to bariatric surgery followed up to 36 months after the surgery have demonstrated the effectiveness and cost-effectiveness of this procedure using obese-related bio-markers like insulin, haemoglobin, cholesterol and bio-impedance measures. The bariatric surgery is able to improve the health of obese patient for long-term at affordable cost. Bio-impedance is more accurate than weight measurement to precisely evaluate fat loss and muscle-mass gain in terms of total body weight, that is beneficial to all patients.

Acknowledgements

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code001 - 88887.368403/2019-00. The authors also thank the contributions from the Department of Gastroenterology, the Department of Obstetrics and Gynaecology, the Hospital of Clinics (HC-FMUSP), Mr. Vilson Cobello Júnior (Coordinator of Technology of Information at HC-FMUSP), and Mr. Jacson Venâncio de Barros (Director of Informatics Department of the Brazilian Public Health System, DATASUS).

Conflicts of interest

The authors declare that there are no conflicts of interests in the design, execution and publication of the study.

References

1. Monteiro CA, Cannon G, Moubarac J-C, Levy RB, Laura M, Louzada C, et al. The UN Decade of Nutrition, the NOVA food classification and the trouble with ultra-processing. *Public Health Nutr.* 2017;1–13.
2. World Health Organization. The challenge of obesity in the WHO European Region and the strategies for response. 2007.
3. Health Quality Ontario HQ. Bariatric surgery: an evidence-based analysis. *Ont Health Technol Assess Ser.* 2005;5:1–148.
4. World Health Organization. REPORT OF THE COMMISSION ON ENDING CHILDHOOD OBESITY. Geneva: World Health Organization; 2016.
5. World Health Organization. WHO. Obesity and overweight. Fact sheet N°311. World Health Organization. Geneva: World Health Organization; 2016.
6. The GBD 2015 Obesity Collaborators. Health Effects of Overweight and Obesity in 195 Countries over 25 Years. *N Engl J Med.* 2017;377:13–27.
7. Office of Health Economics. SHEDDING THE POUNDS - OBESITY MANAGEMENT, NICE GUIDANCE AND BARIATRIC SURGERY IN ENGLAND. London; 2010.
8. Finkelstein EA, Khavjou OA, Thompson H, Trogdon JG, Pan L, Sherry B, et al. Obesity and Severe Obesity Forecasts Through 2030. *Am J Prev Med.* 2012;42:563–70.
9. WHO WHO. World Health Statistics 2021. 2021.
10. NCD Risk Factor collaboration. Trends in adult body-mass index in 200 countries from 1975 to 2014: a pooled analysis of 1698 population-based measurement studies with 19·2 million participants. *Lancet.* 2016;387:1377–96.
11. Ogden CL, Yanovski SZ, Carroll MD, Flegal KM. The Epidemiology of Obesity. *Gastroenterology.* 2007;132:2087–102.
12. Ogden CL, Carroll MD, Curtin LR, McDowell MA, Tabak CJ, Flegal KM, et al. Prevalence of Overweight and Obesity in the United States, 1999-2004. *JAMA.* 2006;295:1549–55.
13. Ng M, Fleming T, Robinson M, Thomson B, Graetz N, Margono C, et al. Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980-2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet (London, England).* 2014;384:766–81.

14. Sarti CFM, Sarti FM, Claro RM, Bandoni DH. Contribuições de estudos sobre demanda de alimentos à formulação de políticas públicas de nutrição. *Cad saúde pública*. 2011;27:639–47.
15. Vilma Maria JUNGES¹, Jarbas Marinho CAVALHEIRO², Eliana Franzoi FAM², Vera Elizabeth CLOSS¹, João Feliz MORAES³, and Maria Gabriela GOTTLIEB¹. Impact of Roux-en-Y Gastric Bypass Surgery (RYGB) on metabolic syndrome components and on the use of associated drugs in obese patients. *Arq em Gastroenterologia*.
16. Kelles SMB, Diniz M de FHS, Machado CJ, Barreto SM. Perfil de pacientes submetidos à cirurgia bariátrica, assistidos pelo Sistema Único de Saúde do Brasil: revisão sistemática. *Cad Saude Publica*. 2015;31:1587–601.
17. Maria Pacheco Santos L, Vasconcellos de Oliveira I, Rose Peters L, Lisboa Conde W. Trends in Morbid Obesity and in Bariatric Surgeries Covered by the Brazilian Public Health System. *Obes Surg*. 2010;20:943–8.
18. IBGE. Pesquisa Nacional de Saúde 2019 [Internet]. Pesquisa Nacional de Saúde. 2019 [cited 2022 Jan 18]. Available from: <https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/svs/inqueritos-de-saude/pesquisa-nacional-de-saude>
19. Minster RL, Hawley NL, Su C-T, Sun G, Kershaw EE, Cheng H, et al. A thrifty variant in CREBRF strongly influences body mass index in Samoans. *Nat Publ Gr*. 2016;1–9.
20. Haslam DW, James WPT. Obesity. *Lancet*. 2005;366:1197–209.
21. Yuba TY, Mori F, Ii S, Carlos A, Campino C. Evolution of the relative prices of food groups between 1939 and 2010 in the city of Sao Paulo, Southeastern Brazil. *Rev Saúde Pública*. 2013;47:549–59.
22. Reis CEG, Vasconcelos IAL, Barros JF de N. Policies on nutrition for controlling childhood obesity. *Rev Paul Pediatr*. 2011;29:625–33.
23. Ministério da Saúde. Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009 Antropometria e estado nutricional de crianças, adolescentes e adultos no Brasil. Brasília; 2010.
24. Wang LY, Denniston M, Lee S, Galuska D, Lowry R. Long-term Health and Economic Impact of Preventing and Reducing Overweight and Obesity in Adolescence. *J Adolesc Heal*. 2010;46:467–73.
25. Monteiro CA, Conde WL, Popkin BM. Income-specific trends in obesity in Brazil: 1975-2003. *Am J Public Health*. 2007;97:1808–12.
26. Borges MC, Louzada ML, Hérick De Sá T, Laverty AA, Parra DC, Fellegger Garzillo JM, et al. Artificially Sweetened Beverages and the Response to the Global Obesity Crisis. *PLOS Med*. 2017;14:1–9.

27. Levy RB, Claro RM, Bandoni DH, Mondini L, Monteiro CA. Disponibilidade de adição de açúcares no Brasil: distribuição, fontes alimentares e tendência temporal. *Rev Bras Epidemiol.* 2012;15:3–12.
28. Hu FB. Resolved: there is sufficient scientific evidence that decreasing sugar-sweetened beverage consumption will reduce the prevalence of obesity and obesity-related diseases. *Obes Rev.* 2013;14:606–19.
29. Imamura F, O'Connor L, Ye Z, Mursu J, Hayashino Y, Bhupathiraju SN, et al. Consumption of sugar sweetened beverages, artificially sweetened beverages, and fruit juice and incidence of type 2 diabetes: systematic review, meta-analysis, and estimation of population attributable fraction. *BMJ.* 2015;351.
30. de Ruyter JC, Olthof MR, Seidell JC, Katan MB. A Trial of Sugar-free or Sugar-Sweetened Beverages and Body Weight in Children. *N Engl J Med.* 2012;367:1397–406.
31. Suez J, Korem T, Zeevi D, Zilberman-Schapira G, Thaiss CA, Maza O, et al. Artificial sweeteners induce glucose intolerance by altering the gut microbiota. *Nature.* 2014;
32. de Oliveira Otto MC, Afshin A, Micha R, Khatibzadeh S, Fahimi S, Singh G, et al. The Impact of Dietary and Metabolic Risk Factors on Cardiovascular Diseases and Type 2 Diabetes Mortality in Brazil. *PLoS One.* 2016;11:1–22.
33. Gorgulho BM, Pot GK, Sarti FM, Marchioni DM. Main meal quality in Brazil and United Kingdom: Similarities and differences. *Appetite.* 2017;111:151–7.
34. Withrow D, Alter DA. The economic burden of obesity worldwide: a systematic review of the direct costs of obesity. *Obes Rev.* 2011;12:131–41.
35. Lessa de Oliveira M, Maria Pacheco Santos L, Nunes da Silva E. Direct Healthcare Cost of Obesity in Brazil: An Application of the Cost-of-Illness Method from the Perspective of the Public Health System in 2011. *PLoS One.* 2015;10:1–15.
36. Conde WL, Monteiro CA. Nutrition transition and double burden of undernutrition and excess of weight in Brazil 1–4. *Am J Clin Nutr.* 2014;100:1617–22.
37. 10,3 milhões de pessoas moram em domicílios com insegurança alimentar grave [Internet]. [cited 2022 Jan 18]. Available from: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/28903-10-3-milhoes-de-pessoas-moram-em-domicilios-com-inseguranca-alimentar-grave>
38. IBGE. Pesquisa de Orçamentos Familiares - Análise de consumo 2017-18. IBGE, editor. 2020;114.
39. POF 2017-2018: brasileiro ainda mantém dieta à base de arroz e feijão, mas consumo de frutas e legumes é abaixo do esperado [Internet]. [cited 2022 Jan 18]. Available from:

- <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/28646-pof-2017-2018-brasileiro-ainda-mantem-dieta-a-base-de-arroz-e-feijao-mas-consumo-de-frutas-e-legumes-e-abaixo-do-esperado>
40. POF 2017-2018: proporção de domicílios com segurança alimentar fica abaixo do resultado de 2004 [Internet]. [cited 2022 Jan 18]. Available from: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/28896-pof-2017-2018-proporcao-de-domicilios-com-seguranca-alimentar-fica-abaixo-do-resultado-de-2004>
 41. Presença do feijão nos domicílios brasileiros cai pela metade em 15 anos [Internet]. [cited 2022 Jan 18]. Available from: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/27301-presenca-do-feijao-nos-domicilios-brasileiros-cai-pela-metade-em-15-anos>
 42. Consumo de gorduras saturadas cai em dez anos, mas ingestão de açúcar e sal ainda é alta [Internet]. [cited 2022 Jan 18]. Available from: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/28647-consumo-de-gorduras-saturadas-cai-em-dez-anos-mas-ingestao-de-acucar-e-sal-ainda-e-alta>
 43. Ultraprocessados ganham espaço e somam 18,4% das calorias adquiridas em casa [Internet]. [cited 2022 Jan 18]. Available from: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/27300-ultraprocessados-ganham-espaco-e-somam-18-4-das-calorias-adquiridas-em-casa>
 44. Schroeter C, Lusk J, Tyner W. Determining the impact of food price and income changes on body weight. *J Health Econ.* 2008;27:45–68.
 45. Selassie M, Sinha AC. The epidemiology and aetiology of obesity: A global challenge. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* 2011;25:1–9.
 46. Richardson AS, Arsenault JE, Cates SC, Muth MK. Perceived stress, unhealthy eating behaviors, and severe obesity in low-income women. *Nutr J.* 2015;14:122.
 47. Barrington WE, Beresford SAA, McGregor BA, White E. Perceived Stress and Eating Behaviors by Sex, Obesity Status, and Stress Vulnerability: Findings from the Vitamins and Lifestyle (VITAL) Study. *J Acad Nutr Diet.* 2014;114:1791–9.
 48. De Vriendt T, Clays E, Huybrechts I, De Bourdeaudhuij I, Moreno LA, Patterson E, et al. European adolescents' level of perceived stress is inversely related to their diet quality: the Healthy Lifestyle in Europe by Nutrition in Adolescence study. *Br J Nutr.* 2012;108:371–80.
 49. Forhan M, Gill S V. Obesity, functional mobility and quality of life. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab.* 2013;27:129–37.

50. Welbourn R, Pournaras D. Bariatric surgery: a cost-effective intervention for morbid obesity; functional and nutritional outcomes. *Proc Nutr Soc.* 2010;69:528–35.
51. Flemyng M d. 1764. A discourse on the nature, causes, and cure of corpulency. Illustrated by a remarkable case, read before the Royal Society, November 1757. And now first published, by Malcolm Flemyng, M.D: 2012.
52. Dantas ACB, Santo MA, de Cleve R, Sallum RAA, Cecconello I. Influence of obesity and bariatric surgery on gastric cancer. *Cancer Biol Med.* 2016;13:269–76.
53. Kaidar-Person O, Bar-Sela G, Person B. The Two Major Epidemics of the Twenty-First Century: Obesity and Cancer. *Obes Surg.* 2011;1792–7.
54. Parekh N, Chandran U, Bandera E V. Obesity in cancer survival. *Annu Rev Nutr.* 2012;32:311–42.
55. Finucane MM, Stevens GA, Cowan MJ, Danaei G, Lin JK, Paciorek CJ, et al. National, regional, and global trends in body-mass index since 1980: systematic analysis of health examination surveys and epidemiological studies with 960 country-years and 9.1 million participants. *Lancet (London, England).* 2011;377:557–67.
56. Richards NG, Beekley AC, Tichansky DS. The Economic Costs of Obesity and the Impact of Bariatric Surgery. *Surg Clin North Am.* 2011;91:1173–80.
57. De Luca M, Angrisani L, Himpens J, Busetto L, Scopinaro N, Weiner R, et al. Indications for Surgery for Obesity and Weight-Related Diseases: Position Statements from the International Federation for the Surgery of Obesity and Metabolic Disorders (IFSO) Final Recommendations. *Obes Surg.* 2016;26:1659–96.
58. Brown A, Flint SW. Preferences and emotional response to weight-related terminology used by healthcare professionals to describe body weight in people living with overweight and obesity. *Clin Obes.* 2021;11:e12470.
59. Puhl RM. What words should we use to talk about weight? A systematic review of quantitative and qualitative studies examining preferences for weight-related terminology. *Obes Rev.* 2020;21:e13008.
60. O'Brien PE, Dixon JB. The extent of the problem of obesity. *Am J Surg.* 2002;184:S4–8.
61. Ugenia E, Alle EC, Ichael M, Hun JT, Ennifer J, Etrelli MP, et al. BODY-MASS INDEX AND MORTALITY IN A PROSPECTIVE COHORT OF U.S. ADULTS Background Body-mass index (the weight in kilo. *New Engl J Med* © Copyr ight. 1097;341:1097–105.
62. Berrington de Gonzalez A, Hartge P, Cerhan JR, Flint AJ, Hannan L, MacInnis RJ, et al. Body-Mass Index and Mortality among 1.46 Million White Adults. *N Engl J Med.* 2010;363:2211–9.

63. Nguyen T, Lau DCW. The Obesity Epidemic and Its Impact on Hypertension. *Can J Cardiol.* 2012;28:326–33.
64. Turati F, Tramacere I, La Vecchia C, Negri E. A meta-analysis of body mass index and esophageal and gastric cardia adenocarcinoma. *Ann Oncol.* 2012;24:609–17.
65. Nguyen DM, El-Serag HB. The big burden of obesity. *Gastrointest Endosc.* 2009;70:752–7.
66. Wang F, McDonald T, Bender J, Reffitt B, Miller A, Edington DW. Association of Healthcare Costs With Per Unit Body Mass Index Increase. *J Occup Environ Med.* 2006;48:668–74.
67. Schaan Casagrande D, Dornelles Rosa D, Umpierre D, Aguiar Sarmiento R, Garcia Rodrigues C, Schaan BD. Incidence of Cancer Following Bariatric Surgery: Systematic Review and Meta-analysis. *Obes Rev.* 2014;
68. Sach T, Barton G, Doherty M, Muir K, Jenkinson C, Avery A. The relationship between body mass index and health-related quality of life: comparing the EQ-5D, EuroQol VAS and SF-6D. *Int J Obes.* 2007;31:189–96.
69. Sowemimo OA, Yood SM, Courtney J, Moore J, Huang M, Ross R, et al. Natural history of morbid obesity without surgical intervention. *Surg Obes Relat Dis.* 2007;3:73–7.
70. Lotufo PA. Increasing Obesity in Brazil: Predicting a New Peak of Cardiovascular Mortality. *Sao Paulo Med J.* 2000;118:161–2.
71. Gillman MW, Ludwig DS. How Early Should Obesity Prevention Start? *N Engl J Med.* 2013;369:23.
72. Verçoza Viana L, Pedroso De Paula T, Leitão CB, Azevedo MJ. Fatores determinantes de perda de peso em adultos submetidos a intervenções dietoterápicas Determinant factors associated with weight loss in adults on diet interventions.
73. Pfisterer J, Rausch C, Wohlfarth D, Bachert P, Jekauc D, Wunsch K. Effectiveness of Physical-Activity-Based Interventions Targeting Overweight and Obesity among University Students-A Systematic Review. *J Environ Res Public Heal.* 2022;19.
74. Buchwald H, Oien DM. Metabolic/Bariatric Surgery Worldwide 2011. *Obes Surg.* 2013;427–36.
75. Campbell J, McGarry LA, Shikora SA, Hale BC, Lee JT, Weinstein MC. Cost-effectiveness of laparoscopic gastric banding and bypass for morbid obesity. *Am J Manag Care.* 2010;16:e174-87.
76. Finkelstein EA, Strombotne KL, Zhen C, Epstein LH. Food prices and obesity: a review. *Adv Nutr.* 2014;5:818–21.

77. Laiterapong N, Huang ES. The public health implications of the cost-effectiveness of bariatric surgery for diabetes. *Diabetes Care*. 2010;33:2126–8.
78. Sjöström L, Narbro K, Sjöström CD, Karason K, Larsson B, Wedel H, et al. Effects of Bariatric Surgery on Mortality in Swedish Obese Subjects. *N Engl J Med*. 2007;357:741–52.
79. Neff KJ, Ling Chuah L, Aasheim ET, Jackson S, Dubb SS, Radhakrishnan ST, et al. Beyond Weight Loss: Evaluating the Multiple Benefits of Bariatric Surgery After Roux-en-Y Gastric Bypass and Adjustable Gastric Band. *OBES SURG*. 2014;24:684–91.
80. Prospective Studies Collaboration PS, Whitlock G, Lewington S, Sherliker P, Clarke R, Emberson J, et al. Body-mass index and cause-specific mortality in 900 000 adults: collaborative analyses of 57 prospective studies. *Lancet (London, England)*. 2009;373:1083–96.
81. Sjöström L, Lindroos A-K, Peltonen M, Torgerson J, Bouchard C, Carlsson B, et al. Lifestyle, Diabetes, and Cardiovascular Risk Factors 10 Years after Bariatric Surgery From the Departments of Body Composition and Metabolism. *N Engl J Med*. 2004;351:2683–93.
82. John J, Wolfenstetter SB, Wenig CM. An economic perspective on childhood obesity: Recent findings on cost of illness and cost effectiveness of interventions. *Nutrition*. 2012;28:829–39.
83. Bairdain S, Samnaliev M. Cost-effectiveness of Adolescent Bariatric Surgery. *Cureus*. 2015;7:e248.
84. Ackroyd R, Mouiel J, Chevallier J-M, Daoud F. Cost-Effectiveness and Budget Impact of Obesity Surgery in Patients With Type-2 Diabetes in Three European Countries. *Obes Surg*. 2006;16:1488–503.
85. McEwen LN, Coelho RB, Baumann LM, Bilik D, Nota-Kirby B, Herman WH. The Cost, Quality of Life Impact, and Cost–Utility of Bariatric Surgery in a Managed Care Population. *Obes Surg*. 2010;20:919–28.
86. Lakoff JM, Ellsmere J, Ransom T. Cause of death in patients awaiting bariatric surgery. *Can J Surg*. 2015;58:15–8.
87. Ashrafian H, Darzi A, Fmedsci K, Athanasiou T. Bariatric surgery -can we afford to do it or deny doing it? *Frontline Gastroenterol*. 2011;2:82–9.
88. Sussenbach SP, Padoin A V., Silva EN, Benzano D, Pufal MA, Barhouch AS, et al. Economic Benefits of Bariatric Surgery. *Obes Surg*. 2012;22:266–70.
89. Kennedy AL, Nelson T, Pettine S, Miller BF, Hamilton KL, Donovan EL. Medication use following bariatric surgery: factors associated with early discontinuation. *Obes Surg*. 2014;24:696–704.
90. Dillon C, Peddle J, Twells L, Lester K, Midodzi W, Manning K, et al. Rapid Reduction in Use of

- Antidiabetic Medication after Laparoscopic Sleeve Gastrectomy: The Newfoundland and Labrador Bariatric Surgery Cohort (BaSCo) Study. *Can J Hosp Pharm.* 2015;68:113–20.
91. Pontiroli AE, Morabito A. Long-term prevention of mortality in morbid obesity through bariatric surgery. a systematic review and meta-analysis of trials performed with gastric banding and gastric bypass. *Ann Surg.* 2011;253:484–7.
 92. Wu T, Wong SKH, Law BTT, Grieve E, Wu O, Tong DKH, et al. Five-year effectiveness of bariatric surgery on disease remission, weight loss, and changes of metabolic parameters in obese patients with type 2 diabetes: A population-based propensity score-matched cohort study. *Diabetes Metab Res Rev.* 2020;36:e3236.
 93. Buchwald H, Avidor Y, Braunwald E, Jensen MD, Pories W, Fahrenbach K, et al. Bariatric surgery: A systematic review and meta-analysis. Vol. 292, *Journal of the American Medical Association.* American Medical Association; 2004. p. 1724–37.
 94. CHAIM EA, PAREJA JC, GESTIC MA, UTRINI MP, CAZZO E, CHAIM EA, et al. Preoperative multidisciplinary program for bariatric surgery: a proposal for the Brazilian Public Health System. *Arq Gastroenterol.* 2016;54:70–4.
 95. Christou N V., Look D, MacLean LD. Weight Gain After Short- and Long-Limb Gastric Bypass in Patients Followed for Longer Than 10 Years. *Ann Surg.* 2006;244:734.
 96. Finkelstein EA, Ruhm CJ, Kosa KM. ECONOMIC CAUSES AND CONSEQUENCES OF OBESITY. *Annu Rev Public Heal.* 2005;26:239–57.
 97. Lobstein T. Prevalence and costs of obesity. *Medicine (Baltimore).* 2011;39:11–3.
 98. David Thompson, Anne M. Wolf. The medical-care cost burden of obesity. *Obes Rev.* 2001;2:189–97.
 99. COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES. IMPACT ASSESSMENT REPORT - A Strategy for Europe on Nutrition, Overweight and Obesity related health issues. Brussels; 2007.
 100. Finkelstein EA, Trogon JG, Cohen JW, Dietz W. Annual Medical Spending Attributable To Obesity: Payer-And Service-Specific Estimates. *Health Aff.* 2009;28:w822–31.
 101. King D. The future challenge of obesity. Vol. 378, *The Lancet.* 2011. p. 743–4.
 102. McCombie L, Tigbe W. Cost-effectiveness of obesity treatment. *Medicine (Baltimore).* 2011;39:14–7.
 103. Bhattacharya J, Bundorf MK. The incidence of the healthcare costs of obesity. *J Health Econ.* 2009;28:649–58.

104. Bahia L, Coutinho ESF, Barufaldi LA, Abreu G de A, Malhão TA, de Souza CPR, et al. The costs of overweight and obesity-related diseases in the Brazilian public health system: cross-sectional study. *BMC Public Health*. 2012;12:440.
105. Arterburn D, Maciejewski M, Tsevat J. Impact of morbid obesity on medical expenditures in adults. *Int J Obes*. 2005;29:334–9.
106. Wang YC, Mcpherson K, Marsh T, Gortmaker SL, Brown M, Wang C, et al. Health and economic burden of the projected obesity trends in the USA and the UK. *Lancet*. 2011;378:815–25.
107. Thow AM, Downs S, Jan S, Office CB, Assembly UNG, Mytton O, et al. A systematic review of the effectiveness of food taxes and subsidies to improve diets: understanding the recent evidence. *Nutr Rev*. 2014;72:551–65.
108. Andreyeva T, Sturm R, Ringel JS. Moderate and Severe Obesity Have Large Differences in Health Care Costs. *Obes Res*. 2004;12:1936–43.
109. Cawley J, Meyerhoefer C. The medical care costs of obesity: An instrumental variables approach. *J Health Econ*. 2012;31:219–30.
110. Warren JA, Ewing JA, Hale AL, Blackhurst DW, Bour ES, Scott JD. Cost-effectiveness of Bariatric Surgery: Increasing the Economic Viability of the Most Effective Treatment for Type II Diabetes Mellitus. *Am Surg*. 2015;81:807–11.
111. Tsai AG, Williamson DF, Glick HA. Direct medical cost of overweight and obesity in the USA: a quantitative systematic review. *Obes Rev*. 2011;12:50–61.
112. Sichieri CR, São R, Xavier F, Andar O, Bloco E, Sichieri R, et al. The burden of hospitalization due to overweight and obesity in Brazil. *Cad saúde pública*. 2007;23:1721–7.
113. Sturm R. The effects of obesity, smoking, and drinking on medical problems and costs. *Health Aff (Millwood)*. 2002;21:245–53.
114. Livingston EH, Ko CY. Socioeconomic characteristics of the population eligible for obesity surgery. *Surgery*. 2004;135:288–96.
115. Yu AP, Wu EQ, Birnbaum HG, Emani S, Fay M, Pohl G, et al. Short-term economic impact of body weight change among patients with type 2 diabetes treated with antidiabetic agents: analysis using claims, laboratory, and medical record data. *Curr Med Res Opin*. 2007;23:2157–69.
116. Sánchez-Santos R, Sabench Pereferer F, Estévez Fernandez S, del Castillo Dejardin D, Vilarrasa N, Frutos Bernal D, et al. Is the Morbid Obesity Surgery Profitable in Times of Crisis? A Cost-benefit Analysis of Bariatric Surgery. *Cirugía Española (English Ed)*. 2013;91:476–84.

117. Yee M, Leung M, Carlsson NP, Colditz GA, Chang S-H. The Burden of Obesity on Diabetes in the United States: Medical Expenditure Panel Survey, 2008 to 2012. *Value Heal.* 2017;20:77–84.
118. Aagren M, Luo W. Association between glycemic control and short-term healthcare costs among commercially insured diabetes patients in the United States. *J Med Econ.* 2011;14:108–14.
119. Makary MA, Clark JM, Shore AD, Magnuson TH, Richards T, Bass EB, et al. Medication Utilization and Annual Health Care Costs in Patients With Type 2 Diabetes Mellitus Before and After Bariatric Surgery. *Arch Surg.* 2010;145:726.
120. Potteiger CE, Paragi PR, Inverso NA, Still C, Reed MJ, Strodel W, et al. Bariatric Surgery: Shedding the Monetary Weight of Prescription Costs in the Managed Care Arena. *Obes Surg.* 2004;14:725–30.
121. L. Lamar Snow, MD; L. Steve Weinstein, MD; Jeffrey K. Hannon M, Daniel R. Lane, MD; Forrest G. Ringold MD; Peggy A. Hansen M, Michael D. Pointer P-C. The Effect of Roux-en-Y Gastric Bypass on Prescription Drug Costs. *Obes Surg.* 2004;14:1031–5.
122. Wang BCM, Furnback W. Modelling the long-term outcomes of bariatric surgery: A review of cost-effectiveness studies. *Best Pract Res Clin Gastroenterol.* 2013;27:987–95.
123. Craig BM, Tseng DS. Cost-effectiveness of gastric bypass for severe obesity. *Am J Med.* 2002;113:491–8.
124. Himpens J, Ramos A, Welbourn R, Dixon J, Frpc F, Kinsman ER, et al. The IFSO Global Registry IFSO Global Registry Report 2018.
125. Cremieux P-Y, Buchwald H, Shikora SA, Ghosh A, Yang HE, Buessing M. A study on the economic impact of bariatric surgery. *Am J Manag Care.* 2008;14:589–96.
126. Tonatto-Filho AJ, Gallotti FM, Fernandes Chedid M, De Jesus T, Grezzana-Filho M, Stapasolla AM, et al. CIRURGIA BARIÁTRICA NO SISTEMA PÚBLICO DE SAÚDE BRASILEIRO: O BOM, O MAU E O FEIO, OU UM LONGO CAMINHO A PERCORRER. *SINAL AMARELO! ABCD Arq Bras Cir Dig.* 2019;32:1470.
127. Picot J, Jones J, Colquitt JL, Gospodarevskaya E, Loveman E, Baxter L, et al. The clinical effectiveness and cost-effectiveness of bariatric (weight loss) surgery for obesity: a systematic review and economic evaluation. *Health Technol Assess (Rockv).* 2009;13:1–190, 215–357, iii–iv.
128. Clegg A, Colquitt J, Sidhu M, Royle P, Walker A. Clinical and cost effectiveness of surgery for morbid obesity: a systematic review and economic evaluation. *Int J Obes.* 2003;27:1167–77.
129. Borisenko O, Adam D, Funch-Jensen P, Ahmed AR, Zhang R, Colpan Z, et al. Bariatric Surgery can Lead to Net Cost Savings to Health Care Systems: Results from a Comprehensive European Decision Analytic

- Model. *Obes Surg.* 2015;25:1559–68.
130. Gulliford MC, Charlton J, Prevost T, Booth H, Fildes A, Ashworth M, et al. Costs and Outcomes of Increasing Access to Bariatric Surgery: Cohort Study and Cost-Effectiveness Analysis Using Electronic Health Records. *Value Heal.* 2017;20:85–92.
131. Bazuin I, Pouwels S, Houterman S, Nienhuijs SW, Smulders JF, Boer AK. Improved and more effective algorithms to screen for nutrient deficiencies after bariatric surgery. *Eur J Clin Nutr.* 2017;71:198–202.
132. McCrone PR. *Understanding Health Economics: A Guide for Health Care Decision Makers.* Kogan Page; 1998. (Healthcare management series).
133. Ministério Da Saúde e OPAS - Organização Pan-Americana de Saúde. *Introdução a gestão de custos em saúde.* 1a. Edição. Departamento de Economia da Saúde I e D, Gonçalves MA, Alemão MM, editors. Brasília: Editora MS; 2013.
134. Morgan D. Focus on Health Spending-2015 [Internet]. *OECD Health Statistics 2015.* 2015 [cited 2015 Dec 31]. Available from: www.oecd.org/health/health-data.htm
135. OECD. *OECD work on health* [Internet]. 2015 [cited 2015 Dec 31]. p. 36. Available from: <http://www.oecd.org/health/Health-Brochure.pdf>
136. Drummond MF, Sculpher MJ, Torrance GW, O'Brien BJ, Stoddart GL. *Methods for the economic evaluation of health care programmes, second edition.* By Oxford: Oxford University Press, 1997. Vol. 2, *The journal of mental health policy and economics.* 1999. 43 p.
137. Salem L, Devlin A, Sullivan SD, Flum DR. A Cost-effectiveness Analysis of Laparoscopic Gastric Bypass, Adjustable Gastric Banding and Non-Surgical Weight Loss Interventions. *Surg Obes Relat Dis.* 2008;4:26–32.
138. Hoerger TJ, Zhang P, Segel JE, Kahn HS, Barker LE, Couper S. Cost-effectiveness of bariatric surgery for severely obese adults with diabetes. *Diabetes Care.* 2010;33:1933–9.
139. Drummond MF, Stoddart GI, Torrance GW. *Methods for the Economic Evaluation of Health Care Programmes - 4th edition.* 4th ed. Vol. 4, *International Journal of Technology Assessment in Health Care.* Oxford University Press; 2015. 464 p.
140. Medici AC, Piola SF, Vianna SM, Aplicada I de PE. *Economia da Saúde: conceito e contribuição para a gestão da Saúde.* Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada; 2002.
141. Guirguis J, Chhatwal J, Dasarathy J, Rivas J, McMichael D, Nagy LE, et al. Clinical Impact of Alcohol-Related Cirrhosis in the Next Decade: Estimates Based on Current Epidemiological Trends in the United States. *Alcohol Clin Exp Res.* 2015;39:2085–94.

142. Campolina AG, Bortoluzzo AB, Ferraz MB, Ciconelli RM. Validation of the Brazilian version of the generic six-dimensional short form quality of life questionnaire (SF-6D Brazil). *Cien Saude Colet.* 2011;16:3103–10.
143. Gerdtham U-G, Jönsson B. Chapter 1 International comparisons of health expenditure: Theory, data and econometric analysis. *Handb Heal Econ.* 2000;1:11–53.
144. Sullivan SD, Mauskopf JA, Augustovski F, Caro JJ, Lee KM, Minchin M, et al. Budget Impact Analysis—Principles of Good Practice: Report of the ISPOR 2012 Budget Impact Analysis Good Practice II Task Force. *Value Heal.* 2014;17:5–14.
145. DIRETRIZES METODOLÓGICAS.
146. OPAS OMS | Relatório Anual do Diretor 2016 [Internet]. [cited 2021 Jul 21]. Available from: <https://www.paho.org/annual-report-2016/Portugues.html>
147. Paola Zucchi e Marcos Bisi Ferraz. *Economia e Gestão em Saúde - Guias de medicina ambulatória e hospitalar da UNIFESP - EPM.* São Paulo: Manole; 2010.
148. Charles JM, Edwards RT, Bywater T, Hutchings J. Micro-Costing in Public Health Economics: Steps Towards a Standardized Framework, Using the Incredible Years Toddler Parenting Program as a Worked Example. *Prev Sci.* 2013;377–89.
149. Tan SS, Rutten AFFH, Van Ineveld ABM, Redekop AWK, Hakkaart-Van Roijen AL. Comparing methodologies for the cost estimation of hospital services. *Eur J Heal Econ.* 2009;10:39–45.
150. Clement (Nee Shrive) FM, Ghali WA, Donaldson C, Manns BJ. The impact of using different costing methods on the results of an economic evaluation of cardiac care: microcosting vs gross-costing approaches. *Health Econ.* 2009;18:377–88.
151. Tan SS, Hakkaart-van Roijen L, Al MJ, Bouwmans CA, Hoogendoorn ME, Spronk PE, et al. A microcosting study of intensive care unit stay in the Netherlands. *J Intensive Care Med.* 2008;23:250–7.
152. Ruger JP, Reiff M. A Checklist for the Conduct, Reporting, and Appraisal of Microcosting Studies in Health Care: Protocol Development. *JMIR Res Protoc.* 2016;5:e195.
153. Swan Tan S, Bakker J, Hoogendoorn ME, Kapila A, Martin J, Pezzi A, et al. Direct Cost Analysis of Intensive Care Unit Stay in Four European Countries: Applying a Standardized Costing Methodology. *Value Heal.* 2012;81–6.
154. Johnston K, Buxton M, Jones D, Fitzpatrick R. Assessing the costs of healthcare technologies in clinical trials HTA Health Technology Assessment NHS R&D HTA Programme. *Health Technol Assess (Rockv).* 1999;3.

155. Drummond MF. *Methods for the Economic Evaluation of Health Care Programmes*, M. F. Drummond, G. L. Stoddard, and G. W. Torrance. Oxford: Oxford University Press, 1987, 182 pp., \$29.50. *Int J Technol Assess Health Care*. 1988;4:643.
156. Drummond MF, Sculpher MJ, Torrance GW, O'Brien BJ, Stoddart GL. *Critical Assessment of Economic Evaluation*. In: *Method for the Economic Evaluation of Health Care Programmes*. Oxford University Press; 2005. p. 27–53.
157. Wordsworth S, Ludbrook A, Caskey F, Macleod A. Collecting unit cost data in multicentre studies. *Eur J Heal Econ*. 2005;6:38–44.
158. Xu X, Grossetta Nardini HK, Prah Ruger J. Micro-costing studies in the health and medical literature: protocol for a systematic review. *Syst Rev*. 2014;3:1–7.
159. Rutten F, Bleichrodt H, Brouwer W, Koopmanschap M, Schut E. *Handbook of Health Economics*. *J Health Econ*. 2001;20:855–79.
160. Gold M. Panel on Cost-Effectiveness in Health and Medicine. *Med CARE* *Med Care*. 1996;34:34:197–9.
161. Kinsella S. Ten Lessons for Micro Costing in Health Economics.
162. Browner WS, Cummings SR, Hulley SB, Grady D, Newman TB. *Delineando A Pesquisa Clinica*. ARTMED; 2014.
163. NICE. National Institute for Health and Care Excellence (NICE). 2014;1–6.
164. Moher D, Schulz KF, Simera I, Altman DG. Guidelines and Guidance Guidance for Developers of Health Research Reporting Guidelines. *Guidel Guid*. 2010;7:1–9.
165. Turri JAO, Visconti JYK, Sarti FM. Cost-effectiveness of bariatric surgery and the treatment of related chronic diseases compared to non-surgery [Internet]. PROSPERO International prospective register of systematic reviews. 2018 [cited 2018 Dec 7]. Available from: https://www.crd.york.ac.uk/prospero/display_record.php?RecordID=106018
166. de Paiva Haddad LB, Decimoni TC, Turri JAO, Leandro R, Soarez PC de. Economic evaluations in gastroenterology in Brazil: A systematic review. *World J Gastrointest Pharmacol Ther*. 2016;7:162.
167. Cummings DE, Cohen R V. Beyond BMI: the need for new guidelines governing the use of bariatric and metabolic surgery. *lancet Diabetes Endocrinol*. 2014;2:175–81.
168. Matthews A, Herrett E, Gasparrini A, Van Staa T, Goldacre B, Smeeth L, et al. Impact of statin related media coverage on use of statins: Interrupted time series analysis with UK primary care data. *BMJ*. 2016;353.

169. Bernal JL, Cummins S, Gasparrini A. Interrupted time series regression for the evaluation of public health interventions: A tutorial. *Int J Epidemiol*. 2017;46:348–55.
170. Linden A, Arbor A. Conducting interrupted time-series analysis for single-and multiple-group comparisons. Vol. 15, *The Stata Journal*. 2015.
171. Linden A, Yarnold PR. Using machine learning to evaluate treatment effects in multiple-group interrupted time series analysis. *J Eval Clin Pract*. 2018;24:740–4.
172. Padwal R, Klarenbach S, Wiebe N, Hazel M, Birch D, Karmali S, et al. Bariatric surgery: a systematic review of the clinical and economic evidence. *J Gen Intern Med*. 2011;26:1183–94.
173. Terranova L, Busetto L, Vestri A, Zappa MA. Bariatric Surgery: Cost-Effectiveness and Budget Impact. *Obes Surg*. 2012;22:646–53.
174. Klein S, Ghosh A, Cremieux PY, Eapen S, McGavock TJ. Economic impact of the clinical benefits of bariatric surgery in diabetes patients with BMI ≥ 35 kg/m². *Obesity (Silver Spring)*. 2011;19:581–7.
175. Karim MA, Clifton E, Ahmed J, Mackay GW, Ali A. Economic evaluation of bariatric surgery to combat morbid obesity: A study from the West of Scotland. *Asian J Endosc Surg*. 2013;6:197–202.
176. Powers KA, Rehrig ST, Jones DB. Financial Impact of Obesity and Bariatric Surgery. *Med Clin North Am*. 2007;91:321–38.
177. Chang S-H, Stoll CRT, Colditz GA. Cost-effectiveness of bariatric surgery: Should it be universally available? *Maturitas*. 2011;69:230–8.
178. Zhou X, Yu J, Li L, Gloy VL, Nordmann A, Tiboni M, et al. Effects of Bariatric Surgery on Mortality, Cardiovascular Events, and Cancer Outcomes in Obese Patients: Systematic Review and Meta-analysis. *Obes Surg*. 2016;26:2590–601.
179. BUENO DR, MARUCCI M de FN, GOUVEIA LA, DUARTE YA de O, LEBRÃO ML, BUENO DR, et al. Abdominal obesity and healthcare costs related to hypertension and diabetes in older adults. *Rev Nutr*. 2017;30:209–18.
180. Keating CL, Dixon JB, Moodie ML, Peeters A, Playfair J, O'Brien PE. Cost-efficacy of surgically induced weight loss for the management of type 2 diabetes: a randomized controlled trial. *Diabetes Care*. 2009;32:580–4.
181. Keating CL, Neovius M, Sjöholm K, Peltonen M, Narbro K, Eriksson JK, et al. Healthcare Utilization and Costs in Severely Obese Subjects Before Bariatric Surgery. *Obesity*. 2012;20:2412–9.
182. Miott MS, Koike MK, Miott MS, Koike MK. Bariatric surgery. Analysis of hospital admissions for obesity

- in the Brazilian Public Health System (SUS) in Sao Paulo. *Acta Cir Bras.* 2014;29:759–64.
183. Bruschi Kelles SM, Machado CJ, Barreto SM. BEFORE-AND-AFTER STUDY: DOES BARIATRIC SURGERY REDUCE HEALTHCARE UTILIZATION AND RELATED COSTS AMONG OPERATED PATIENTS? *Int J Technol Assess Health Care.* 2015;31:407–13.
 184. Süssenbach, Samanta Pereira ; Mottin CC. Cirurgia bariátrica por laparoscopia: implicações econômicas para o Sistema Único de Saúde. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul; 2015.
 185. Clegg A, Colquitt J, Sidhu M, Royle P, Walker A. Clinical and cost effectiveness of surgery for morbid obesity: a systematic review and economic evaluation. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2003;27:1167–77.
 186. Borisenko O, Colpan Z, Dillemans B, Funch-Jensen P, Hedenbro J, Ahmed AR. Clinical Indications, Utilization, and Funding of Bariatric Surgery in Europe. *Obes Surg.* 2015;25:1408–16.
 187. Ojo P, Valin E. Cost-Effective Restrictive Bariatric Surgery: Laparoscopic Vertical Banded Gastroplasty Versus Laparoscopic Adjustable Gastric Band. *Obes Surg.* 2009;19:1536–41.
 188. Salem L, Devlin A, Sullivan SD, Flum DR. Cost-effectiveness analysis of laparoscopic gastric bypass, adjustable gastric banding, and nonoperative weight loss interventions. *Surg Obes Relat Dis.* 2008;4:26–32.
 189. Anselmino M, Bammer T, Fernández Cebrián JM, Daoud F, Romagnoli G, Torres A. Cost-effectiveness and Budget Impact of Obesity Surgery in Patients with Type 2 Diabetes in Three European Countries(II). *Obes Surg.* 2009;19:1542–9.
 190. Tang Q, Sun Z, Zhang N, Xu G, Song P, Xu L, et al. Cost-Effectiveness of Bariatric Surgery for Type 2 Diabetes Mellitus: A Randomized Controlled Trial in China. *Medicine (Baltimore).* 2016;95:e3522.
 191. Klebanoff MJ, Chhatwal J, Nudel JD, Corey KE, Kaplan LM, Hur C. Cost-effectiveness of Bariatric Surgery in Adolescents With Obesity. *JAMA Surg.* 2017;152:136.
 192. Maciejewski ML, Arterburn DE. Cost-effectiveness of bariatric surgery. *JAMA.* 2013;310:742–3.
 193. Sayeed Ikramuddin, MD; C. David Klingman, PhD; Therese Swan B, and Michael E. Minshall M, Sayeed Ikramuddin M, C. David Klingman P, Therese Swan B, Michael E. Minshall M, et al. Cost-Effectiveness of Roux-en-Y Gastric Bypass in Type 2 Diabetes Patients. *Am J Manag Care.* 2009;15:607–15.
 194. Kelles SMB, Barreto SM, Guerra HL. Costs and usage of healthcare services before and after open bariatric surgery. *Sao Paulo Med J.* 2011;129:291–9.
 195. Salgado Júnior W, Pitanga KC, Santos JS dos, Sankarankutty AK, Silva Jr O de C e, Ceneviva R. Costs of bariatric surgery in a teaching hospital and the financing provided by the Public Unified Health System.

- Acta Cir Bras. 2010;25:201–5.
196. James R, Salton RI, Byrnes JM, Scuffham PA. Cost-utility analysis for bariatric surgery compared with usual care for the treatment of obesity in Australia. *Surg Obes Relat Dis.* 2017;13:2012–20.
 197. Castilla I, Mar J, Valcárcel-Nazco C, Arrospide A, Ramos-Goñi JM. Cost–Utility Analysis of Gastric Bypass for Severely Obese Patients in Spain. *Obes Surg.* 2014;24:2061–8.
 198. S. Maklin¹, A. Malmivaara², M. Linna², M. Victorzon⁴ VK and HS. Cost–utility of bariatric surgery for morbid obesity in Finland. *Br J Surg.* 2011;98:1422–9.
 199. Campbell JA, Venn A, Neil A, Hensher M, Sharman M, Palmer AJ. Diverse approaches to the health economic evaluation of bariatric surgery: a comprehensive systematic review. *Obes Rev.* 2016;17:850–94.
 200. Faria GR, Preto JR, Costa-Maia J. Gastric Bypass is a Cost-Saving Procedure: Results from a Comprehensive Markov Model. *Obes Surg.* 2013;23:460–6.
 201. Neovius M, Narbro K, Keating C, Peltonen M, Sjöholm K, Ågren G, et al. Health Care Use During 20 Years Following Bariatric Surgery. *JAMA.* 2012;308:1132.
 202. Livingston EH. Hospital costs associated with bariatric procedures in the United States. *Am J Surg.* 2005;190:816–20.
 203. Czernichow S, Moszkowicz D, Szwarzensztejn K, Emery C, Lafuma A, Gourmelen J, et al. Impact of Bariatric Surgery on the Medical Management and Costs of Obese Patients in France: an Analysis of a National Representative Claims Database. *Obes Surg.* 2015;25:986–96.
 204. Lopes EC, Heineck I, Athaydes G, Meinhardt NG, Souto KEP, Stein AT. Is Bariatric Surgery Effective in Reducing Comorbidities and Drug Costs? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Obes Surg.* 2015;25:1741–9.
 205. Nguyen NT, Goldman C, Rosenquist CJ, Arango A, Cole CJ, Lee SJ, et al. Laparoscopic versus open gastric bypass: a randomized study of outcomes, quality of life, and costs. *Ann Surg.* 2001;234:279–89; discussion 289–91.
 206. Shah N, Greenberg JA, Levenson G, Funk LM. Predictors of high cost after bariatric surgery: A single institution review. *Surgery.* 2016;160:877–84.
 207. Lee YY, Veerman JL, Barendregt JJ. The cost-effectiveness of laparoscopic adjustable gastric banding in the morbidly obese adult population of Australia. L. Feenstra T, editor. *PLoS One.* 2013;8:e64965.
 208. Picot J, Jones J, Colquitt JL, Loveman E, Clegg AJ. Weight Loss Surgery for Mild to Moderate Obesity:

- A Systematic Review and Economic Evaluation. *Obes Surg.* 2012;22:1496–506.
209. Doble B, Wordsworth S, Rogers CA, Welbourn R, Byrne J, Blazeby JM, et al. What Are the Real Procedural Costs of Bariatric Surgery? A Systematic Literature Review of Published Cost Analyses. *Obes Surg.* 2017;27:2179–92.
 210. Song HJ, Kwon JW, Kim YJ, Oh S-H, Heo Y, Han S-M, et al. Bariatric Surgery for the Treatment of Severely Obese Patients in South Korea—Is it Cost Effective? *Obes Surg.* 2013;23:2058–67.
 211. Pimenta GP, Saruwatari RT, Corrêa MRA, Genaro PL, Aguilar-Nascimento JE de. Mortality, weight loss and quality of life of patients with morbid obesity: evaluation of the surgical and medical treatment after 2 years. *Arq Gastroenterol.* 2010;47:263–9.
 212. New World Bank country classifications by income level: 2021-2022 [Internet]. [cited 2022 Jan 27]. Available from: <https://blogs.worldbank.org/opendata/new-world-bank-country-classifications-income-level-2021-2022>
 213. Goettler A, Grosse A, Sonntag D. Productivity loss due to overweight and obesity: a systematic review of indirect costs. *BMJ Open.* 2017;7:e014632.
 214. Vos T, Lim SS, Abbafati C, Abbas KM, Abbasi M, Abbasifard M, et al. Global burden of 369 diseases and injuries in 204 countries and territories, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet.* 2020;396:1204–22.
 215. Wang H, Abbas KM, Abbasifard M, Abbasi-Kangevari M, Abbastabar H, Abd-Allah F, et al. Global age-sex-specific fertility, mortality, healthy life expectancy (HALE), and population estimates in 204 countries and territories, 1950–2019: a comprehensive demographic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet.* 2020;396:1160–203.
 216. Aune D, Sen A, Prasad M, al. et. BMI and all cause mortality: systematic review and non-linear dose-response meta-analysis of 230 cohort studies with 3.74 million deaths among 30.3 million participants. *BMJ.* 2016;353:i2156.
 217. Bhaskaran K, dos-Santos-Silva I, Leon DA, Douglas IJ, Smeeth L. Association of BMI with overall and cause-specific mortality: a population-based cohort study of 3.6 million adults in the UK. *Lancet Diabetes Endocrinol.* 2018;6:944–53.
 218. Bertram MY, Tan T, Id TE. Introduction to the Special Issue on “The World Health Organization Choosing Interventions That Are Cost-Effective (WHO-CHOICE) Update.” *Int J Heal Policy Manag.* 2021;10:670–2.
 219. Bertram MY, Lauer JA, De Joncheere K, Edejer T, Hutubessy R, Kieny MP, et al. Cost-effectiveness

- thresholds: pros and cons. *Bull World Health Organ.* 2016;94:925.
220. Woods B, Reville P, Sculpher M, Claxton K. Country-Level Cost-Effectiveness Thresholds: Initial Estimates and the Need for Further Research. *Value Health.* 2016;19:929–35.
221. Claxton K, Martin S, Soares M, Rice N, Spackman E, Hinde S, et al. Methods for the estimation of the National Institute for Health and Care Excellence cost-effectiveness threshold. *Health Technol Assess.* 2015;19:1–503.
222. de Soarez PC, Novaes HMD. Cost-effectiveness thresholds and the Brazilian Unified National Health System. *Cad Saude Publica.* 2017;33:e00040717.
223. Ipeadata [Internet]. [cited 2022 Jan 27]. Available from: <http://www.ipeadata.gov.br/ExibeSerie.aspx?serid=38375>
224. Produto Interno Bruto, Produto Interno Bruto per capita, População residente e Deflator [Internet]. [cited 2022 Jan 27]. Available from: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6784#n1/all/v/9812/p/all/d/v9812/2/l/v,,t+p/resultado>
225. Fila por cirurgias bariátricas no SUS em São Paulo é de 5,2 mil pessoas, afirma Gorinchteyn - SBCBM [Internet]. [cited 2022 Aug 24]. Available from: <https://www.sbcm.org.br/fila-por-cirurgias-bariatricas-no-sus-em-sao-paulo-e-de-52-mil-pessoas-afirma-gorinchteyn/>
226. UN Food and Agriculture Organization. FAO - News Article: UN General Assembly proclaims Decade of Action on Nutrition. 2016.
227. Food and Agriculture Organization of The United Nations. Second International Conference on Nutrition. 2014.
228. Biener A, Cawley J, Meyerhoefer C. The High and Rising Costs of Obesity to the US Health Care System. *J Gen Intern Med.* 2017;32:6–8.
229. Doumouras AG, Saleh F, Anvari S, Gmora S, Anvari M, Hong D. A Longitudinal Analysis of Short-Term Costs and Outcomes in a Regionalized Center of Excellence Bariatric Care System. *Obes Surg.* 2017;27:2811–7.
230. Zubiaurre PR, Bahia LR, da Rosa MQM, Assumpção RP, Padoin AV, Sussembach SP, et al. Estimated Costs of Clinical and Surgical Treatment of Severe Obesity in the Brazilian Public Health System. *Obes Surg.* 2017;27:3273–80.
231. Turri JAO, Anokye NK, dos Santos LL, Júnior JMS, Baracat EC, Santo MA, et al. Impacts of bariatric surgery in health outcomes and health care costs in Brazil: Interrupted time series analysis of multi-panel data. *BMC Health Serv Res.* 2022;22:1–14.

232. Smith VA, Arterburn DE, Berkowitz TSZ, Olsen MK, Livingston EH, Yancy WS, et al. Association between Bariatric Surgery and Long-term Health Care Expenditures among Veterans with Severe Obesity. *JAMA Surg.* 2019;154:31DUMMY.
233. Wirth K, Kizy S, Abdelwahab H, Zhang J, Santosh Agarwal |, Sayeed Ikramuddin |, et al. Bariatric surgery outcomes in Medicare beneficiaries. 2020;
234. Han H, Chen L, Wang M, Wei X, Ruan Y, He J. Benefits of bariatric surgery in patients with acute ischemic stroke—a national population-based study. *Surg Obes Relat Dis.* 2019;15:1934–42.
235. Doumouras AG, Saleh F, Anvari S, Gmora S, Anvari M, Hong D. A Longitudinal Analysis of Short-Term Costs and Outcomes in a Regionalized Center of Excellence Bariatric Care System. *Obes Surg.* 2017;27:2811–7.
236. Granel Villach L, Laguna Sastre JM, Ibáñez Belenguer JM, Beltrán Herrera HA, Queralt Martín R, Fortea Sanchis C, et al. Analysis of the impact of bariatric surgery on medium-term pharmacological expenditure. *Cirugía Española (English Ed.* 2021;99:737–44.
237. Gulliford MC, Charlton J, Prevost T, Booth H, Fildes A, Ashworth M, et al. Costs and Outcomes of Increasing Access to Bariatric Surgery: Cohort Study and Cost-Effectiveness Analysis Using Electronic Health Records. 2017;
238. Hollenbach M, Prettin C, Gundling F, Schepp W, Seufert J, Stein J, et al. Design of the Weight-loss Endoscopy Trial (WET): a multi-center, randomized, controlled trial comparing weight loss in endoscopically implanted duodenal-jejunal bypass liners vs. intragastric balloons vs. a sham procedure. *BMC Gastroenterol.* 2018;18:118.
239. Kurz CF, Rehm M, Holle R, Teuner C, Laxy M, Schwarzkopf L. The effect of bariatric surgery on health care costs: A synthetic control approach using Bayesian structural time series. *Health Econ.* 2019;28:1293–307.
240. Nonino CB, de OLIVEIRA BAP, Chaves RCP, E Silva LTP, Pinhel MA de S, Ferreira F de C, et al. Is there any change in phenotypic characteristics comparing 5 to 10 years of follow-up in obese patients undergoing roux-en-y gastric bypass? *Arq Bras Cir Dig.* 2019;32.
241. Romeo Villarreal-Calderón J, Cuéllar RX, Ramos-González MR, Rubio-Infante N, Castillo EC, Elizondo-Montemayor L, et al. Interplay between the Adaptive Immune System and Insulin Resistance in Weight Loss Induced by Bariatric Surgery. 2019;
242. Larsen N, Vogensen FK, van den Berg FWJ, Nielsen DS, Andreasen AS, Pedersen BK, et al. Gut Microbiota in Human Adults with Type 2 Diabetes Differs from Non-Diabetic Adults. Bereswill S, editor. *PLoS One.* 2010;5:e9085.

243. Sjöström L, Peltonen M, Jacobson P, Ahlin S, Andersson-Assarsson J, Anveden Å, et al. Association of Bariatric Surgery With Long-term Remission of Type 2 Diabetes and With Microvascular and Macrovascular Complications. *JAMA*. 2014;311:2297.
244. Böhm A, Heitmann BL. The use of bioelectrical impedance analysis for body composition in epidemiological studies. *Eur J Clin Nutr*. 2013;67:S79–85.
245. Aasheim ET, Aylwin SJB, Radhakrishnan ST, Sood AS, Jovanovic A, Olbers T, et al. Assessment of obesity beyond body mass index to determine benefit of treatment. *Clin Obes*. 2011;1:77–84.
246. Anokye N, Mansfield L, Kay T, Sanghera S, Lewin A, Fox-Rushby J. The effectiveness and cost-effectiveness of a complex community sport intervention to increase physical activity: An interrupted time series design. *BMJ Open*. 2018;8.
247. Maciejewski ML, Smith VA, Livingston EH, Kavee AL, Kahwati LC, Henderson WG, et al. Health Care Utilization and Expenditure Changes Associated With Bariatric Surgery. *Med Care*. 2010;48:989–98.
248. Bleich SN, Chang H-Y, Lau B, Steele K, Clark JM, Richards T, et al. Impact of bariatric surgery on health care utilization and costs among patients with diabetes. *Med Care*. 2012;50:58–65.
249. Lopez Bernal J, Soumerai S, Gasparrini A. A methodological framework for model selection in interrupted time series studies. *J Clin Epidemiol*. 2018;103:82–91.
250. Wong RH, Smieliauskas F, Pan IW, Lam SK. Interrupted time-series analysis: Studying trends in neurosurgery. *Neurosurg Focus*. 2015;39:1–5.
251. Jandoc R, Burden AM, Mamdani M, Lévesque LE, Cadarette SM. Interrupted time series analysis in drug utilization research is increasing: Systematic review and recommendations. In: *Journal of Clinical Epidemiology*. Elsevier USA; 2015. p. 950–6.
252. Lopez Bernal J, Cummins S, Gasparrini A. The use of controls in interrupted time series studies of public health interventions. *Int J Epidemiol*. 2018;47:2082–93.
253. Penfold RB, Zhang F. Use of interrupted time series analysis in evaluating health care quality improvements. *Acad Pediatr*. 2013;13.
254. Valsamis EM, Husband H, Chan GKW. Segmented Linear Regression Modelling of Time-Series of Binary Variables in Healthcare. *Comput Math Methods Med*. 2019;2019.
255. Gillings D, Makuc D, Siegel E. Analysis of interrupted time series mortality trends: An example to evaluate regionalized perinatal care. *Am J Public Health*. 1981;71:38–46.
256. St.Clair T, Cook TD, Hallberg K. Examining the Internal Validity and Statistical Precision of the

- Comparative Interrupted Time Series Design by Comparison With a Randomized Experiment. *Am J Eval.* 2014;35:311–27.
257. Lewis KH, Zhang F, Arterburn DE, Ross-Degnan D, Gillman MW, Frank Wharam J. Comparing medical costs and use after laparoscopic adjustable gastric banding and roux-en-Y gastric bypass. *JAMA Surg.* 2015;150:787–94.
258. DerSarkissian M, Bhak RH, Huang J, Buchs S, Vekeman F, Smolarz BG, et al. Maintenance of weight loss or stability in subjects with obesity: a retrospective longitudinal analysis of a real-world population. *Curr Med Res Opin.* 2017;33:1105–10.
259. Alfredo G, Roberta M, Massimiliano C, Michele L, Nicola B, Adriano R. Long-term multiple intragastric balloon treatment—a new strategy to treat morbid obese patients refusing surgery: Prospective 6-year follow-up study. *Surg Obes Relat Dis.* 2014;10:307–11.
260. Golzarand M, Toolabi K, Farid R. The bariatric surgery and weight losing: a meta-analysis in the long- and very long-term effects of laparoscopic adjustable gastric banding, laparoscopic Roux-en-Y gastric bypass and laparoscopic sleeve gastrectomy on weight loss in adults. *Surg Endosc.* 2017;31:4331–45.
261. Moussa O, Ardissino M, Heaton T, Tang A, Khan O, Ziprin P, et al. Effect of bariatric surgery on long-term cardiovascular outcomes: a nationwide nested cohort study.
262. Böhm A, Heitmann BL. The use of bioelectrical impedance analysis for body composition in epidemiological studies. *Eur J Clin Nutr.* 2013;67:S79–85.
263. TURRI JAO, DECIMONI TC, FERREIRA LA, DINIZ MA, HADDAD LB de P, CAMPOLINA AG. Higher MELD score increases the overall cost on the waiting list for liver transplantation: a micro-costing analysis based study. *Arq Gastroenterol.* 2017;54:238–45.

9.3. Currículo Lattes do doutorando



José Antonio Orellana Turri

Endereço para acessar este CV: <http://lattes.cnpq.br/1886929863781811>

ID Lattes: **1886929863781811**

Última atualização do currículo em 20/12/2018

Pesquisador em Avaliação Econômica em Saúde, Análise Econômica, Custo da Doença, Custo do Tratamento, Custo-Utilidade, Custo Efetividade, Avaliação de tecnologias em saúde, Avaliação da Qualidade de vida, de equipamentos e processos em saúde, Gestão de Recursos em saúde e impacto orçamentário do Departamento de Gastroenterologia, Cirurgia do Aparelho Digestivo, Divisão de Cirurgia Bariátrica e Metabólica do Instituto Central do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. Mestre em Ciências pela Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. Doutorando em Nutrição e Saúde Pública pela Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. **(Texto informado pelo autor)**

Identificação

Nome José Antonio Orellana Turri

Nome em citações bibliográficas TURRI, J. A. O.;TURRI, A. O.;TURRI, A.;TURRI, J.A.O.;Jose Antonio Orellana Turri;TURRI J A;TURRI, J.A.;TURRI, JA;TURRI, JOSÉ ANTONIO;TURRI, ANTONIO O;TURRI, JOSE ANTONIO ORELLANA

Lattes ID <http://lattes.cnpq.br/1886929863781811>

Endereço

Endereço Profissional Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.
Hospital das Clínicas
Pinheiros
05403900 - São Paulo, SP - Brasil
Telefone: (11) 26619025

Formação acadêmica/titulação

2017 Doutorado em andamento em Nutrição em Saúde Pública.
Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, FSP-USP, Brasil.
Título: Análise do custo-efetividade da cirurgia bariátrica para combate à obesidade moderada e severa no contexto do Sistema Único de Saúde,
Orientador: Flávia Mori Sarb.
Coorientador: Marco Aurélio Santo.
Palavras-chave: Análise de custo; Análise Econômica em Saúde; Avaliação Econômica; Microcusteio; Obesidade; cirurgia bariátrica.
Grande área: Ciências da Saúde
Grande Área: Ciências da Saúde / Área: Medicina / Subárea: Cirurgia / Especialidade: Cirurgia Gastroenterologia.
Grande Área: Ciências da Saúde / Área: Nutrição / Subárea: Análise Nutricional de População.
Setores de atividade: Pesquisa e desenvolvimento científico.

9.4. Currículo Lattes da orientadora




[English](#)







Dados gerais
Formação
Atuação
Projetos
Produções
Eventos
Orientações
Bancas
Citações
+



Flávia Mori Sarti

Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq - Nível 2

 Endereço para acessar este CV: <http://lattes.cnpq.br/4889413058276292>

 ID Lattes: **4889413058276292**

 Última atualização do currículo em 02/07/2022

Bacharelado em Economia pela Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo (FEA-USP). Bacharelado em Nutrição pela Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (FSP-USP). Doutorado direto com foco em Economia da Saúde e Nutrição pela Universidade de São Paulo (PRONUT-FCF/FEA/FSP-USP). Professora associada (nível 3) da Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo (EACH-USP), área de concentração de Economia e Políticas Públicas. Pesquisadora do Grupo Interdisciplinar de Pesquisa em Modelagem de Sistemas Complexos (GRIFE) desde 2006. Orientadora de pós-graduação nos programas de Modelagem de Sistemas Complexos (EACH-USP) e Nutrição em Saúde Pública (FSP-USP). Experiência na coordenação de projetos de pesquisa na área de Economia Aplicada, especialmente em Economia da Saúde, Políticas Públicas de Alimentação e Nutrição e Avaliação de Tecnologias em Saúde. Temáticas de interesse: avaliação de tecnologias em saúde; avaliação econômica de programas em saúde; políticas públicas de saúde, alimentação e nutrição; marketing nutricional; cadeias de produção e padrões de consumo de alimentos. **(Texto informado pelo autor)**

Identificação

Nome	Flávia Mori Sarti
Nome em citações bibliográficas	SARTI, F. M.;MACHADO, F. M. S.;MORI, F.;SARTI, FLÁVIA MORI;MORI SARTI, F.;SARTI, FLÁVIA M.;SARTI, FLAVIA MORI;SARTI, FLAVIA M.
Lattes ID	 http://lattes.cnpq.br/4889413058276292
Orcid ID	 http://orcid.org/0000-0003-2834-2005

Endereço

Endereço Profissional	Universidade de São Paulo, USP Leste, Escola de Artes, Ciências e Humanidades. Av Arlindo Bettio 1000 Ermelino Matarazzo 03828000 - São Paulo, SP - Brasil Telefone: (00) 00000000 URL da Homepage: https://sites.usp.br/flamor/
------------------------------	--

Formação acadêmica/titulação

1998 - 2003	Doutorado em Nutrição Humana Aplicada. Universidade de São Paulo, USP, Brasil. Título: Estratégias de concorrência da indústria alimentícia e seus desdobramentos na dimensão nutricional/Competition strategies of food industry and its deployments in the nutritional dimension, Ano de obtenção: 2003. Orientador: Elizabeth Maria Mercier Querido Farina. Bolsista do(a): Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, CAPES, Brasil. Palavras-chave: demanda por alimentos/food demand; estratégias concorrenciais/competition strategies; marketing nutricional/nutritional marketing; nutricao/nutrition; consumo de alimentos/food consumption. Grande área: Ciências Sociais Aplicadas Grande Área: Ciências da Saúde / Área: Nutrição. Grande Área: Ciências da Saúde / Área: Saúde Coletiva / Subárea: Saúde Pública.
2002 - 2006	Graduação em Nutrição. Universidade de São Paulo, USP, Brasil.
1992 - 1996	Graduação em Economia. Universidade de São Paulo, USP, Brasil. Título: Origem do capital industrial de São Paulo (1889-1930)/Origin of the industrial capital of Sao Paulo (1889-1930). Orientador: Flavio Azevedo Marques Saes.

Livre-docência

2010	Livre-docência. Universidade de São Paulo, USP, Brasil. Título: Dos microindicadores à macropolítica: Uma proposta de avaliação econômica em políticas públicas de alimentação e nutrição/From microindicators to macropolicies: A proposal for economic evaluation of public policies in food and nutrition, Ano de obtenção: 2010. Palavras-chave: avaliacao economica/economic assessment; gestao politicas publicas/public policy management; politica publica saude/public policy health; teoria economica/economic theory; nutricao/nutrition. Grande área: Ciências Sociais Aplicadas Grande Área: Ciências Sociais Aplicadas / Área: Administração / Subárea: Administração Pública. Grande Área: Ciências da Saúde / Área: Saúde Coletiva / Subárea: Saúde Pública.
-------------	--