

## TECNOLOGIAS PARA REMISSÃO DO DIABETES TIPO II: ÁRVORE DE CIÊNCIA COM ÊNFASE NO CENÁRIO BRASILEIRO

**Luis Augusto dos Santos Silva<sup>1</sup>, Igor Lima Soares<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Federal do Ceará, (luis\_augusto@alu.ufc.br)

<sup>2</sup>Universidade Federal do Ceará, (igorlima.ti@gmail.com)

### Resumo

O diabetes mellitus tipo 2 é um importante problema de saúde pública, caracterizando-se como uma doença que predispõe indivíduos a outras comorbidades, bem como leva ao aumento de encargos médicos mundialmente. Portanto, a promoção da remissão desta afecção crônica poderia ter importantes impactos sociais e econômicos. Neste contexto, o objetivo do presente estudo é realizar uma análise cronológica das tecnologias utilizadas para a remissão do diabetes mellitus do tipo 2, dando ênfase ao cenário brasileiro. Para tanto, realizou-se uma revisão cronológica da literatura a partir de arquivo semente gerado por pesquisa na base de dados Scopus usando-se a seguinte estratégia de busca: (“*Diabetes Mellitus, Type 2*” OR “*Type 2 Diabetes*” OR “*Type 2 Diabetes Mellitus*” OR “*Diabetes, Type 2*”) AND (“*Remission Induction*”). A partir da aplicação de critérios de inclusão e exclusão, definiu-se um arquivo semente contendo 17 estudos que foram usados para elaboração de uma árvore de ciência por meio da plataforma *Core of Science*. Após análise por técnicas cientométricas, foram incluídos 21 artigos para a construção da árvore de ciência, destes: 10 equivalentes as raízes, 1 referente ao tronco e 10 representantes das folhas. Nos estudos analisados, a intervenção mais relacionada com a remissão do diabetes tipo 2 foi a cirurgia bariátrica, especialmente a técnica de derivação gástrica em Y de Roux. Em síntese, a remissão do diabetes tipo 2 ainda é mais um efeito secundário a procedimentos cirúrgicos do que uma finalidade, sendo realidade para uma minoria de indivíduos. É de suma importância o melhor esclarecimento dos mecanismos moleculares e genéticos que induzem a remissão, além da investigação de métodos não cirúrgicos que possam levar a reversão da doença.

**Palavras-chave:** Diabetes Mellitus Tipo 2. Indução de Remissão. Tecnologias em Saúde.

**Área Temática:** Inovações e Tecnologias na Área Clínica e Cirúrgica.

**Modalidade:** Trabalho completo.

O diabetes mellitus do Tipo 2 (DMT2) representa de 90 a 95% dos casos de diabetes. Os portadores da condição possuem tanto deficiência relativa de insulina quanto resistência periférica ao hormônio, sendo esse quadro resultante da perda progressiva da secreção adequada de insulina pelas células beta do pâncreas. Essa disfuncionalidade pancreática é ocasionada por inúmeros fatores genéticos e ambientais, manifestando-se clinicamente como hiperglicemia (ADA, 2021).

Há associação do diabetes com maior incidência de doenças cardiovasculares e cerebrovasculares, amputações não traumáticas de membros inferiores, insuficiência renal e cegueira, assim como maior utilização dos serviços de saúde e maiores taxas de hospitalizações, dessa forma, é possível inferir a carga que essa doença representa nos sistemas de saúde de todo o mundo. Entretanto, esse peso é maior nos países em desenvolvimento devido ao enfrentamento concomitante das doenças infecciosas (SBD, 2019).

O número de pessoas com diabetes (20 a 79 anos) no Brasil em 2017 era de aproximadamente 12,5 milhões, configurando-se como o 4º país do mundo em números absolutos. Estima-se que em 2045, esse montante irá abranger cerca de 20,3 milhões de indivíduos (IDF, 2017).

Para uma doença crônica como o diabetes, remissão é um termo mais apropriado do que cura, pois as terapias atuais e futuras provavelmente sempre deixarão o paciente com risco de reincidência devido à predisposição genética e/ou anormalidades fisiopatológicas remanescentes. O indivíduo é considerado em remissão quando atinge níveis de glicemia abaixo dos definidos como diabetes, na ausência de terapia cirúrgica (procedimentos em progresso, como trocas recorrentes de dispositivos endoluminais) ou medicamentosa. A remissão pode ser dividida em parcial, completa e prolongada (BUSE *et al.*, 2009).

Em virtude da magnitude epidemiológica do diabetes, especialmente do tipo 2, a possibilidade de remissão assume papel de importância na mitigação dos impactos sociais e econômicos oriundos da doença. Nesse sentido, o presente estudo tem como objetivo realizar uma análise cronológica das tecnologias utilizadas para a remissão do diabetes mellitus do tipo 2, dando ênfase ao cenário brasileiro.

A pergunta norteadora para a realização da revisão cronológica da literatura foi a seguinte: “Quais as tecnologias empregadas para a remissão do diabetes mellitus tipo 2, especialmente no contexto brasileiro?”. Desta forma, os descritores “Diabetes Mellitus Tipo 2” e “Indução de Remissão” foram escolhidos a partir da consulta ao vocabulário estruturado Descritores em Ciências da Saúde (DeCS).

Realizou-se pesquisa bibliográfica na base de dados SciVerse Scopus (Scopus) por meio do uso de uma estratégia de busca formulada a partir da combinação dos sinônimos equivalentes aos descritores DeCS, previamente escolhidos, no idioma inglês oriundos do tesouro *Medical Subject Headings* (Mesh), a saber: (“*Diabetes Mellitus, Type 2*” OR “*Type 2 Diabetes*” OR “*Type 2 Diabetes Mellitus*” OR “*Diabetes, Type 2*”) AND (“*Remission Induction*”).

Adotaram-se como critérios de inclusão estudos contendo texto completo e resumo disponíveis, publicados nos idiomas inglês, espanhol e português. Os estudos que não foram desenvolvidos em território brasileiro, bem como as revisões, resumos de congressos, editoriais e cartas aos editores foram removidos.

Todas as informações bibliográficas referentes às publicações filtradas foram exportadas pela opção de formatação *BibTex*, a qual permite a obtenção de um arquivo semente no formato *.bib*. O referido arquivo foi utilizado para a realização de uma revisão cronológica da literatura baseada em técnica de análise cientométrica pelo método árvore de ciência, o qual é disponibilizado gratuitamente na plataforma online *Core of Science* por meio do endereço *web*: <https://coreofscience.shinyapps.io/scientometrics>.

A árvore de ciência (do inglês, *Tree of Science*) se trata de um procedimento informatizado que utiliza algoritmos baseados na teoria dos grafos para aperfeiçoar a pesquisa e seleção de artigos científicos publicados em um determinado assunto de interesse. O método otimiza a escolha de publicações por meio da análise bibliométrica da rede de citações das referências bibliográficas encontradas nos estudos selecionados (PATRUS; SILVA, 2019).

A plataforma realiza análises das co-citações por meio da linguagem de programação R, a qual permite classificar os artigos gerados a partir da semente, de acordo com os seguintes grupos: raízes, tronco e folhas (VALENCIA-HERNÁNDEZ *et al.*, 2020). Como limitação da

técnica, destaca-se que atualmente apenas arquivos sementes no formato *.bib* gerados a partir da base de dados Scopus são aceitos para análise.

As raízes contêm os estudos fundamentais, substanciais ou clássicos, ou seja, representam as bases teóricas sobre a área do conhecimento em investigação. As publicações pertencentes às raízes possuem a característica de não citarem outros trabalhos, mas serem referências para os estudos posteriores (CÁCERES-RAMÍREZ, 2021).

O tronco é constituído de publicações estruturais, em outras palavras, são investigações que citam as raízes e são citadas pelas folhas. Portanto, o tronco representa a estrutura intelectual de um tema, abrangendo os métodos de investigação clássicos a serem usados no desenvolvimento de aplicações na área (CÁCERES-RAMÍREZ, 2021; PATRUS; SILVA, 2019).

A copa da árvore, retratada pelas folhas, contém a literatura mais recente sobre o tema explorado. Logo, uma folha referencia o tronco e as raízes, mas não é citada por outros trabalhos. As folhas apontam as perspectivas de pesquisa mais recentes em relação ao tópico apreciado (VALENCIA-HERNÁNDEZ *et al.*, 2020).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

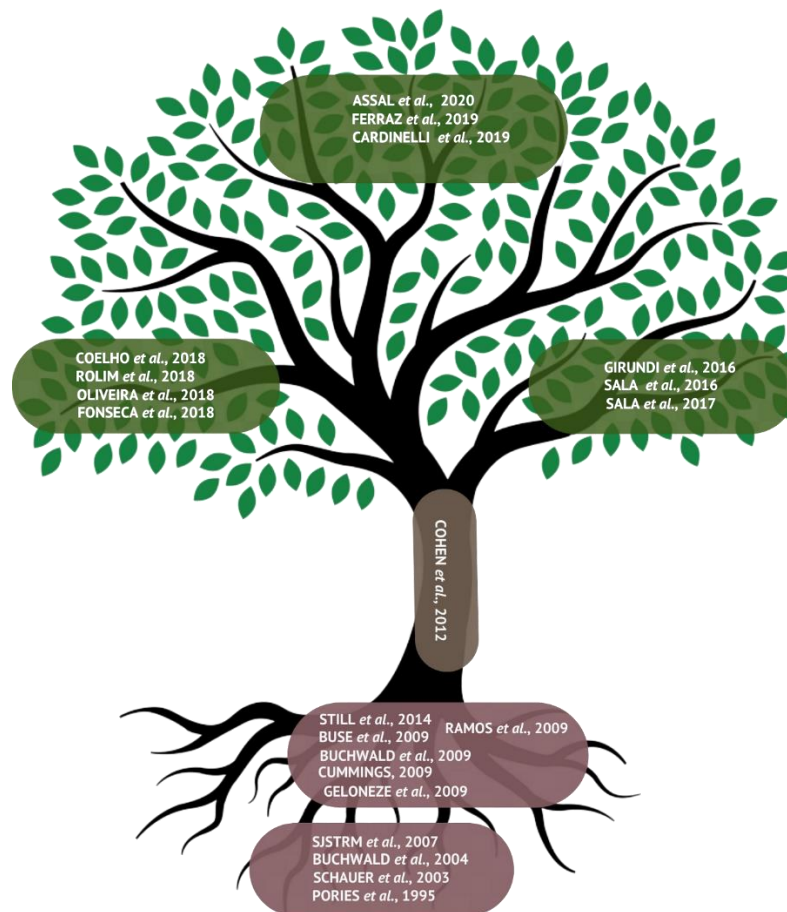
#### 3.1 Árvore de Ciência

A busca de artigos na base Scopus resultou em 543 estudos, entretanto, após a exclusão das publicações por meio dos critérios anteriormente definidos, apenas 17 trabalhos foram utilizados para a confecção do arquivo semente (*.bib*).

O arquivo gerado a partir da base Scopus foi inserido na plataforma *Core of Science*, onde foi criada a árvore de ciência. Como o *software* utiliza técnicas cientométricas para recomendar literatura relevante (VALENCIA-HERNÁNDEZ *et al.*, 2020), a ferramenta é capaz de excluir e adicionar estudos, dos 17 inicialmente considerados na semente, apenas 11 foram incluídos na árvore. Ademais, pode-se observar que a plataforma adicionou 10 documentos, pois ao total foram 21 publicações selecionadas pelo *software*.

As referências elencadas foram classificadas em raízes (10), tronco (1) e folhas (10), as quais estão representadas graficamente por meio da árvore de ciência na Figura 1.

Figura 1. Árvore de Ciência.

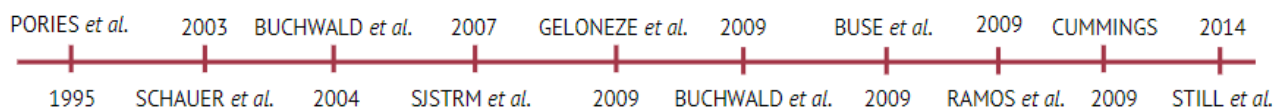


Fonte: Autores, 2021.

### 3.2 Raiz

Os artigos classificados como raízes são aqueles que formam a base do conhecimento do assunto sob investigação, podendo também ser denominados “clássicos”. Os 10 estudos categorizados como pertencentes a esse grupo estão representados na Figura 2.

Figura 2. Linha do tempo de estudos clássicos (raízes) abrangendo a remissão de DMT2.



Fonte: Autores, 2021.

No início dos anos 1970 surgiram os primeiros relatos anedóticos de rápida remissão de diabetes mellitus do tipo 2 no pós-operatório de cirurgia bariátrica (CUMMINGS, 2009). Em 1995, estabeleceu-se a cirurgia de derivação gástrica em Y de Roux (DGYR) como um tratamento efetivo e seguro para obesidade mórbida e comorbidades associadas; sendo até aquele momento a terapia que demonstrou melhor controle do diabetes (PORIES *et al.*, 1995).

Um estudo americano (SCHAUER *et al.*, 2003) analisou os efeitos da DGYR laparoscópica em pacientes obesos com diabetes do tipo 2, constatando que 83% deles atingiram remissão da patologia. Os autores ainda afirmaram que a taxa de remissão era maior naqueles com menos de 5 anos de doença e formas mais brandas, indicando assim, que intervenção cirúrgica precoce poderia aumentar a probabilidade de normalização dos valores de glicemia.

Duas revisões sistemáticas com meta-análises (BUCHWALD *et al.*, 2004; BUCHWALD *et al.*, 2009) demonstraram, respectivamente, que 86% e 86,6% dos indivíduos apresentaram resolução ou melhora do diabetes após cirurgia bariátrica. Ambas ainda atestaram que a derivação biliopancreática/duodenal *switch* apresentou melhores taxas de remissão quando comparada à derivação gástrica.

O conceito de remissão do diabetes foi melhor elucidado em 2009, quando a Associação Americana de Diabetes o definiu e ainda subdividiu em 3 categorias: parcial, completa e prolongada. Tanto na remissão parcial quanto na completa, há ausência de terapia medicamentosa e procedimentos em progresso, por pelo menos 1 ano; entretanto, na primeira o indivíduo atinge valores de glicemia compatíveis com os da pré-diabetes (glicemia de jejum entre 100-125 mg/dL e hemoglobina glicada abaixo de 6,5%), já na segunda ele alcança níveis normais (glicemia de jejum < 100 mg/dL e hemoglobina glicada < 6,5%). Remissão prolongada é a remissão completa que perdura no mínimo 5 anos, sendo operacionalmente denominada de cura (BUSE *et al.*, 2009).

O fenômeno da remissão do DMT2 após DGYR resulta de efeitos além daqueles relacionados à diminuição de peso e da ingestão calórica, tendo estes outros mecanismos fisiológicos aparente relação com a resolução rápida da doença (CUMMINGS, 2009).

Dois ensaios clínicos brasileiros (GELONEZE *et al.*, 2009; RAMOS *et al.*, 2009) seguiram pacientes não obesos por 24 semanas, avaliando a cirurgia de exclusão

duodenojejunal para o tratamento da diabetes, os autores concluíram que os métodos cirúrgicos (aberto e laparoscópico) configuram terapias eficazes para esse fim.

STILL *et al.* (2014) desenvolveram o DiaRem, o qual se trata de um escore que prevê a probabilidade de remissão de DMT2 depois da realização de DGYR, baseando-se em 4 critérios pré-operatórios: idade, uso de insulina, hemoglobina glicada e tipo de medicação antidiabética. Quanto menor a pontuação do paciente, maiores as chances de remissão da doença (STILL *et al.*, 2014).

### 3.3 Tronco

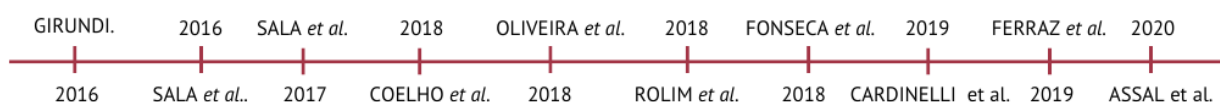
Referências classificadas como tronco são aquelas que conectam a rede (ROMERO-CARILLO., 2021), ou seja, tanto são citadas pelas folhas como também citam as raízes. No presente estudo apenas uma publicação foi agrupada nessa categoria.

Estudo conduzido no Brasil (COHEN *et al.*, 2012), com 66 pacientes com obesidade grau 1 (IMC entre 30-35 kg/m<sup>2</sup>) e seguimento de 6 anos, demonstrou que a DGYR levou a remissão de DMT2 em 88% dos indivíduos, configurando-se como procedimento seguro e eficaz.

### 3.4 Folhas

Publicações categorizadas como folhas geralmente são as mais recentes. Elas citam as demais, mas não são citadas, representando, portanto, perspectivas de investigação. Todos os estudos classificados nesse grupo foram conduzidos no Brasil. A evolução cronológica das folhas é representada na Figura 3.

**Figura 3.** Linha do tempo da investigação de perspectivas recentes (folhas) abrangendo a remissão de DMT2.



Fonte: Autores, 2021.

Há muitos efeitos atribuídos à terapia cirúrgica no controle do diabetes, entretanto, a utilidade dos dados é discutível; pois falhas metodológicas ocorrem devido ao período curto de avaliação dos indivíduos e ausência de grupos controle adequados (GIRUNDI, 2016).

O estudo SURMetaGIT, devido a sua abordagem pan-ômica multi-integrada, estabeleceu uma melhor compreensão dos mecanismos moleculares envolvidos na remissão do DMT2 após DGYR (SALA *et al.*, 2016). Ocorre também, depois de derivação gástrica em Y de Roux, aumento da expressão jejunal de genes que, em última instância, levam a regeneração de ilhotas pancreáticas (SALA *et al.*, 2017), tendo possível papel na remissão do DMT2.

Artigo de 2018 (OLIVEIRA *et al.*, 2018) buscou estabelecer preditores de longo prazo ( $\geq 3$  anos) para remissão e recorrência do diabetes mellitus do tipo 2 em obesos mórbidos após DGYR. Os preditores definidos para completa remissão foram menor tempo de diagnóstico da doença, melhor controle glicêmico pré-operatório e menor idade. Por outro lado, os preditores para recorrência do quadro foram uso pré-operatório de qualquer medicação antidiabética, exceto metformina.

A taxa de remissão de DMT2 após DGYR em população de baixa renda (classes D e E) foi de 50% em 10 anos de seguimento (ROLIM *et al.*, 2018), valor consideravelmente inferior aos 95% obtidos em estudo (CSENDES *et al.*, 2011) que também acompanhou pacientes por uma década; demonstrando, assim, a possível influência do aspecto socioeconômico na remissão da doença.

Em mulheres obesas diabéticas, o perfil da microbiota intestinal e do ácido biliar fecal podem ter correlação com a remissão do DMT2 após cirurgia de derivação gástrica em Y de Roux (ASSAL *et al.*, 2020; CARDINELLI *et al.*, 2019).

## 4 CONCLUSÃO

A remissão do diabetes que começou como um efeito colateral do pós-operatório de cirurgias bariátricas, hoje ganha cada vez mais destaque e desponta como uma possibilidade para determinados grupos de indivíduos.

Entre os métodos analisados pelo presente estudo, indubitavelmente, a DGYR é o que possui evidências mais robustas no que diz respeito à remissão do DMT2, constituindo-se técnica eficaz e segura para o tratamento da doença. Cabe ressaltar, porém, que o procedimento não é isento de riscos e complicações, portanto, recomendá-lo de maneira irrestrita para toda população com diabetes, com a finalidade de possível reversão da doença, seria irresponsável.



Dessa forma, indica-se essa modalidade cirúrgica como terapia do DMT2 em pacientes obesos diabéticos em que o controle clínico foi insuficiente.

DGYR induz remissão de DMT2 não apenas pela diminuição de peso e da ingestão calórica, mas também por mecanismos moleculares e genéticos que necessitam de melhor esclarecimento. Ademais, os preditores de remissão e recorrência requerem melhor entendimento, assim com a influência de aspectos socioeconômicos; o que permitirá refinamento do raciocínio clínico.

Por fim, a remissão do DMT2 ainda é mais um efeito secundário a procedimentos cirúrgicos do que uma finalidade, sendo realidade para uma minoria dentro do escopo de indivíduos portadores da doença. Entretanto, investigações de métodos não cirúrgicos poderiam ampliar o número de pacientes beneficiados.

## REFERÊNCIAS

ADA - AMERICAN DIABETES ASSOCIATION. Classification and Diagnosis of Diabetes: standards of medical care in diabetes 2021. **Diabetes Care**, [S.L.], v. 44, n. 1, p. 15-33, 9 dez. 2020.

ASSAL, K. A. *et al.* Gut Microbiota Profile of Obese Diabetic Women Submitted to Roux-en-Y Gastric Bypass and Its Association with Food Intake and Postoperative Diabetes Remission. **Nutrients**, [S.L.], v. 12, n. 2, p. 278, 21 jan. 2020.

BUCHWALD, H. *et al.* Bariatric Surgery. **Jama**, [S.L.], v. 292, n. 14, p. 1724, 13 out. 2004.

BUCHWALD, H. *et al.* Weight and Type 2 Diabetes after Bariatric Surgery: systematic review and meta-analysis. **The American Journal Of Medicine**, [S.L.], v. 122, n. 3, p. 248-256, mar. 2009

BUSE, J. B. *et al.* How Do We Define Cure of Diabetes? **Diabetes Care**, [S.L.], v. 32, n. 11, p. 2133-2135, 29 out. 2009.

CÁCERES-RAMÍREZ, R. Adopción Tecnológica: Una revisión de literatura. **Revista de Ingenierías Interfaces**, Cúcuta, v. 4, ed. 1, p. 1-12, 15 jan. 2021.

CARDINELLI, C. S. *et al.* Fecal bile acid profile after Roux-en-Y gastric bypass and its association with the remission of type 2 diabetes in obese women: a preliminary study. **Clinical Nutrition**, [S.L.], v. 38, n. 6, p. 2906-2912, dez. 2019.

COELHO, D. *et al.* Diabetes remission rate in different bmi grades following roux-en-y gastric bypass. **ABCD**, [S.L.], v. 31, n. 1, p. 1-5, 1 mar. 2018.

COHEN, R. V. *et al.* Effects of Gastric Bypass Surgery in Patients With Type 2 Diabetes and Only Mild Obesity. **Diabetes Care**, [S.L.], v. 35, n. 7, p. 1420-1428, 21 jun. 2012.

COHEN, R. V. *et al.* Effects of Gastric Bypass Surgery in Patients With Type 2 Diabetes and Only Mild Obesity. **Diabetes Care**, [S.L.], v. 35, n. 7, p. 1420-1428, 21 jun. 2012.

CSENDES J. A. *et al.* Efecto del bypass gástrico a largo plazo (7 a 10 años) en pacientes con obesidad severa y mórbida sobre el peso corporal, diabetes, dislipidemia y desarrollo de anemia. **Rev. méd. Chile**, Santiago, v. 139, n. 11, p. 1414-1420, nov. 2011.

CUMMINGS, D. Endocrine mechanisms mediating remission of diabetes after gastric bypass surgery. **International Journal Of Obesity**, [S.L.], v. 33, n. 1, p. 33-40, abr. 2009.

FERRAZ, Á. A. B. *et al.* Roux-en-Y gastric bypass for nonobese patients with uncontrolled type 2 diabetes: a long-term evaluation. **Surgery For Obesity And Related Diseases**, [S.L.], v. 15, n. 5, p. 682-687, maio 2019.

FONSECA, D. C. *et al.* Upregulation of Ghrelin Gene Expression in the Excluded Stomach of Obese Women with Type 2 Diabetes After Roux-en-Y Gastric Bypass in the SURMetaGIT Study. **Obesity Surgery**, [S.L.], v. 28, n. 3, p. 877-880, 6 jan. 2018.

GELONEZE, B. *et al.* Surgery for Nonobese Type 2 Diabetic Patients: an interventional study with duodenal jejunal exclusion. **Obesity Surgery**, [S.L.], v. 19, n. 8, p. 1077-1083, 12 maio 2009.

GIRUNDI, M. G. Type 2 Diabetes Mellitus remission eighteen months after Roux-en-Y gastric bypass. **Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões**, [S.L.], v. 43, n. 3, p. 149-153, jun. 2016

IDF - International Diabetes Federation. **IDF Atlas**. 8. ed. Bruxelas: The International Diabetes Federation, 150p. 2017.

OLIVEIRA, V. L. P. de *et al.* Predictors of Long-Term Remission and Relapse of Type 2 Diabetes Mellitus Following Gastric Bypass in Severely Obese Patients. **Obesity Surgery**, [S.L.], v. 28, n. 1, p. 195-203, 2 ago. 2017.

PATRUS, R.; SILVA, V. T. O. A organização de uma revisão de literatura por meio da Tree of Science (Árvore da Ciência): um exemplo sobre a avaliação da pós-graduação. **Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior**, Campinas, v. 24, n. 1, p. 68-88, maio 2019.

PORIES, W. J. *et al.* Who Would Have Thought It? An Operation Proves to Be the Most Effective Therapy for Adult-Onset Diabetes Mellitus. **Annals Of Surgery**, [S.L.], v. 222, n. 3, p. 339-352, set. 1995.

RAMOS, A. C. *et al.* Laparoscopic Duodenal–Jejunal Exclusion in the Treatment of Type 2 Diabetes Mellitus in Patients with BMI < 30 kg/m<sup>2</sup> (LBMI). **Obesity Surgery**, [S.L.], v. 19, n. 3, p. 307-312, 6 nov. 2008.

ROLIM, F. F. A. *et al.* Repercussões em longo prazo da derivação gástrica em Y de Roux em população de baixa renda: avaliação após dez anos de cirurgia. **Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões**, [S.L.], v. 45, n. 4, p. 1-9, 27 ago. 2018.

ROMERO-CARRILLO, W. E. Análisis de la evolución teórica del Cooperativismo. **Revista de Ingenierías Interfaces**, [s. l], v. 4, n. 1, p. 1-10, 24 jan. 2021.

SALA, P. *et al.* The SURMetaGIT study: design and rationale for a prospective pan-omics examination of the gastrointestinal response to roux-en-y gastric bypass surgery. **Journal Of International Medical Research**, [S.L.], v. 44, n. 6, p. 1359-1375, 11 nov. 2016.

SALA, P. *et al.* Type 2 Diabetes Remission After Roux-en-Y Gastric Bypass: evidence for increased expression of jejunal genes encoding regenerating pancreatic islet-derived proteins as a potential mechanism. **Obesity Surgery**, [S.L.], v. 27, n. 4, p. 1123-1127, 17 fev. 2017.

SBD - Sociedade Brasileira de Diabetes. **Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes: 2019-2020**. São Paulo: Editora Clannad, 2019.

SCHAUER, P. R. *et al.* Effect of Laparoscopic Roux-En Y Gastric Bypass on Type 2 Diabetes Mellitus. **Annals Of Surgery**, [S.L.], v. 238, n. 4, p. 467-485, out. 2003.

SJÖSTRÖM, L. *et al.* Effects of Bariatric Surgery on Mortality in Swedish Obese Subjects. **New England Journal Of Medicine**, [S.L.], v. 357, n. 8, p. 741-752, 23 ago. 2007.

STILL, C. D. *et al.* Preoperative prediction of type 2 diabetes remission after Roux-en-Y gastric bypass surgery: a retrospective cohort study. **The Lancet Diabetes & Endocrinology**, [S.L.], v. 2, n. 1, p. 38-45, jan. 2014.

VALENCIA-HERNANDEZ, D. S. *et al.* SAP Algorithm for Citation Analysis: an improvement to tree of science. **Ingeniería e Investigación**, [S.L.], v. 40, n. 1, p. 45-49, 1 jan. 2020.