

Panorama da Estimulação Cerebral Profunda no Brasil de 2012 a 2022

*Overview of Deep Brain Stimulation in Brazil
from 2012 to 2022*

*Panorama de la Estimulación Cerebral Profunda en Brasil
de 2012 a 2022*

Carlos Wagner Leal Cordeiro Júnior¹, Amanda Miyuki Kondo²,
Allan Vagner Monteiro da Silva Zanon³, Ana Karollyna de Faria
Santos⁴, Caroline Moraes Degan⁵, Nathália Stela Visoná de Figueiredo⁶

1.Acadêmico de Medicina, Departamento de Ciências da Saúde, Universidade Nove de Julho. Mauá-SP, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4943-8949>

2.Acadêmica de Medicina, Departamento de Ciências da Saúde, Faculdade Israelita de Ciências da Saúde Albert Einstein (FICSAE). São Paulo-SP, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0009-0009-6170-2544>

3.Acadêmico de Medicina, Departamento de Ciências da Saúde, Universidade Nove de Julho. São Paulo-SP, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0009-0009-6170-2544>

4.Acadêmica de Medicina, Departamento de Ciências de Ciências Médicas, Faculdade de Ciências Médicas de Minas Gerais (FCM-MG). Belo Horizonte-MG, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0009-0009-6170-2544>

5.Acadêmico de Medicina, Departamento de Ciências da Saúde, Universidade Nove de Julho. Mauá-SP, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0009-0009-6170-2544>

6.Professora da Disciplina de Saúde Mental, Departamento de Ciências da Saúde, Universidade Nove de Julho. Mauá-SP, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7899-7750>

Resumo

Introdução. A Estimulação Cerebral Profunda (DBS) é uma técnica de neuroestimulação para tratamento de distúrbios tanto neurológicos quanto psiquiátricos graves. No Brasil, está disponível no SUS desde 2011. Nesse contexto, há uma lacuna de estudos científicos sobre o tema, bem como uma necessidade de ampliar o acesso a este procedimento. **Objetivos.** Analisar a evolução no número de implantes de eletrodos para a realização de neurocirurgia funcional estereotática no Brasil no período entre 2012 e 2022. **Método.** Estudo ecológico observacional com dados do Sistema de Informações Hospitalares (SIH) e do Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES) usando o DATASUS no período de 2012 e 2022. Utilizaram-se dados de Autorizações de Internação Hospitalar (AIH), gastos envolvidos e número de neurocirurgias por região. **Resultados.** No recorte temporal analisado, houve aumento de 26 procedimentos em 2012 para 74 em 2022, crescimento de 185%. Todas as regiões, exceto a Norte, mostraram aumento no uso do DBS no período analisado. Os gastos totais com a implantação de DBS aumentaram 576%, com variações por região. O Sudeste liderou em procedimentos e gastos. **Conclusão.** É evidente o aumento expressivo de implantes de eletrodos profundos no Brasil. Sugerem-se estudos futuros para entender melhor a utilização do DBS, especialmente em áreas deficitárias como na região Norte, visando ampliar o acesso a esse tratamento inovador, direcionando-o às reais necessidades dos pacientes.

Unitermos. Estimulação Cerebral Profunda; Neurocirurgia Funcional; Sistema Único de Saúde; Disparidades Regionais

Abstract

Introduction. Deep Brain Stimulation (DBS) is a neurostimulation technique for treating neurological and severe psychiatric disorders. In Brazil, it has been available on the SUS since 2011. In this context, there needs to be more scientific studies on the subject and a need to expand access to this procedure. **Objectives.** To analyze the evolution in the number of electrode implants for stereotactic functional neurosurgery in Brazil between 2012 and 2022. **Method.** Observational ecological study with data from the Hospital Information System (SIH) and the National Registry of Health Establishments (CNES) using DATASUS for the period 2012

to 2022. Data on Hospital Admission Authorizations (AIH), expenses involved, and number of neurosurgeons by region were used. **Results.** In the time frame analyzed, there was an increase from 26 procedures in 2012 to 74 in 2022, an increase of 185%. All regions, except the North, showed an increase in the use of DBS in the period analyzed. Total spending on DBS implantation increased by 576%, with variations by region. The Southeast led the way in terms of procedures and spending. **Conclusion.** The significant increase in deep electrode implants in Brazil is evident. Future studies are suggested to better understand the use of DBS, especially in deficit areas such as the North, to expand access to this innovative treatment, targeting it to the real needs of patients.

Keywords. Deep Brain Stimulation; Functional Neurosurgery; Public Health System; Regional Disparities

Resumen

Introducción. La Estimulación Cerebral Profunda (DBS) es una técnica de neuroestimulación utilizada para el tratamiento de trastornos neurológicos y psiquiátricos graves. En Brasil, está disponible en el SUS desde 2011. En este contexto, existe una carencia de estudios científicos sobre el tema, así como la necesidad de ampliar el acceso a este procedimiento. **Objetivos:** Analizar la evolución en el número de implantes de electrodos para la realización de neurocirugía funcional estereotáctica en Brasil durante el período de 2012 a 2022. **Metodología:** Estudio ecológico observacional basado en datos del Sistema de Información Hospitalaria (SIH) y del Registro Nacional de Establecimientos de Salud (CNES) utilizando el DATASUS en el período de 2012 a 2022. Se utilizaron datos de Autorizaciones de Internación Hospitalaria (AIH), gastos relacionados y número de neurocirujanos por región. **Resultados:** Durante el período analizado, los procedimientos aumentaron de 26 en 2012 a 74 en 2022, un crecimiento del 185%. Todas las regiones, excepto la región Norte, mostraron un aumento en el uso de DBS. Los gastos totales en la implantación de DBS aumentaron un 576%, con variaciones regionales. La región Sudeste lideró en procedimientos y gastos. **Conclusión:** Es evidente el aumento significativo de implantes de electrodos profundos en Brasil. Se sugieren futuros estudios para comprender mejor el uso de DBS, especialmente en áreas deficitarias como la región Norte, con el objetivo de ampliar el acceso a este tratamiento innovador y atender las necesidades reales de los pacientes.

Palabras clave. Estimulación Cerebral Profunda; Neurocirugía Funcional; Sistema de Salud Pública; Desigualdades Regionales

Trabalho realizado na Universidade Nove de Julho (UNINOVE). Mauá-SP, Brasil.

Conflito de interesse: não

Recebido em: 18/12/2024

Aceito em: 27/08/2025

Endereço para correspondência: Carlos Wagner Leal Cordeiro Júnior. R. Álvares Machado 48. Vila Bocaina. Mauá-SP, Brasil. Email: carlos.leal@uni9.edu.br

INTRODUÇÃO

A Estimulação Cerebral Profunda (do inglês *Deep Brain Stimulation*, sigla DBS) é uma técnica de neuroestimulação em que são implantados eletrodos em áreas específicas do encéfalo por meio da cirurgia estereotáctica¹. Os eletrodos são conectados através de um fio até o gerador de pulsos implantado subcutaneamente na parede torácica, geralmente abaixo da clavícula. Após a implantação do DBS,

os parâmetros de estimulação podem ser ajustados, como a amplitude, a frequência e a largura de cada pulso, que variam de acordo com o paciente, patologia e manifestações clínicas².

O uso do DBS em distúrbios de movimento possui como alvo a inibição da hiperexcitabilidade do núcleo subtalâmico (STN) e a modulação da via direta do circuito nigroestriatal do globo pálido interno (GPi), regiões que desempenham um papel importante no controle motor e estão associadas a distúrbios como tremor essencial, distonia e doença de Parkinson^{2,3}. Além do DBS, existem outros métodos cirúrgicos para o tratamento dessas doenças, como as cirurgias ablativas de palidotomia e talamotomia, porém o DBS mostrou vantagens em relação a esses procedimentos, como maior segurança, reversibilidade e maior adaptabilidade para os pacientes^{4,5}.

Além do uso para distúrbios de movimentos, o DBS pode ser aplicado em indicações psiquiátricas, porém é importante ressaltar que ela é restrita aos casos graves, crônicos e refratários ao tratamento medicamentoso tradicional, sendo, portanto, um tratamento de exceção. Nesses casos, os alvos para a neuroestimulação incluem a parte anterior da cápsula interna (ALIC), núcleo accumbens (NAc), núcleo leito da estria terminal (BNST), cápsula ventral/estriado ventral (VC/VS) e região anteromedial do núcleo subtalâmico (amSTN)^{6,7}.

No Brasil, o DBS está disponível por meio do Sistema Único de Saúde (SUS) desde 2011 e faz parte dos

procedimentos da Agência Nacional de Saúde (ANS), porém a sua indicação está regulamentada apenas para o tratamento de Parkinson, distonia, tremor essencial e epilepsia⁷. Assim, o seu uso para os distúrbios psiquiátricos fica restrito ao sistema de saúde suplementar, sendo essencial a discussão sobre esse procedimento e a sua importância para o aumento da qualidade de vida dos pacientes, visando a potencial ampliação do seu uso pela rede pública⁸.

Além disso, há uma carência de pesquisas científicas sobre o DBS no Brasil, o que limita o conhecimento sobre os benefícios e desafios desse procedimento no contexto da população brasileira⁹. Desse modo, é essencial o incentivo a novos estudos no país para contribuir na compreensão das características clínicas e demográficas dos pacientes.

Nesse contexto, o objetivo deste estudo é analisar a evolução no número de implantes de eletrodos para a realização de neurocirurgia funcional estereotáxica no Brasil no período entre 2012 e 2022, por meio da comparação entre as diferentes regiões geográficas brasileira com o intuito de identificar possíveis variações e avaliar novas perspectivas para aplicação desse procedimento em diferentes doenças cerebrais.

MÉTODO

Trata-se de um estudo ecológico observacional de série temporal realizado a partir de dados secundários do Sistema de Informações Hospitalares (SIH) e do Cadastro Nacional

dos Estabelecimentos de Saúde (CNES) no Brasil alojados no Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS) referentes ao período entre 2012 e 2022.

Procedimento

Foram consideradas as variáveis da quantidade de Autorização de Internação Hospitalar (AIH) para o procedimento de implantação de eletrodos para a estimulação cerebral profunda a fim de se realizar a neurocirurgia funcional estereotáxica. Além disso, foi objeto de análise a prevalência desse procedimento nas cinco regiões do Brasil (Centro-Oeste, Nordeste, Norte, Sudeste e Sul). Ademais, é válido mencionar que foram avaliados os valores totais gastos com a instalação dos eletrodos para tratamento das doenças cerebrais pelos regimes público e privado, nos anos e nas regiões em foco, além do produto interno bruto (PIB) de cada região para fins comparativos por meio de dados disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Ainda, foi observada a abrangência de médicos neurocirurgiões nas regiões do território nacional dentro do período citado.

Análise Estatística

O teste qui quadrado foi utilizado para comparar a distribuição de dados ao longo de dois períodos distintos por meio do *software* IBM® SPSS versão 20.0¹⁰. Essa medida estatística foi usada para analisar se há uma diferença significativa na distribuição dos procedimentos ao longo dos

meses entre os anos de 2012 e 2022. Dessa forma, foi possível determinar se o aumento nos dados mostrados ocorreu ou não de uma maneira aleatória. Para o processamento e análise dos dados, foram construídas planilhas sobre o *Microsoft Excel Office*.

RESULTADOS

Primeiramente, para maior entendimento do panorama geográfico e econômico, começaremos essa seção com os dados da população geral e PIB do país e em cada região no ano de 2022. O Brasil, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) registrou em 2022 uma população de 203.062.512 de habitantes e um PIB aproximado de R\$10,1 trilhões de reais, com a região Sudeste liderando os números de população com um número de 84.847.187 habitantes e PIB aproximado de 4.7 trilhões, seguida das regiões Nordeste com 54.644.582 habitantes e PIB aproximado de 1,2 trilhões de reais, Sul com 29.933.315 habitantes e PIB aproximado de 1,5 trilhões de reais, Norte com 17.349.619 habitantes e PIB aproximado de 564 bilhões de reais e Centro-Oeste com 16.287.809 habitantes e PIB aproximado de 923 bilhões de reais⁹.

Nesse contexto, no ano de 2012 foram registrados 26 novos procedimentos de DBS em todo o país, enquanto no ano de 2022 realizaram-se 74 novos procedimentos por meio do implante de eletrodo⁴. Em relação a como o procedimento foi operado, a neurocirurgia funcional estereotáxica foi o método de operação mais utilizado em ambos os anos. Dessa

forma, comparando esses dois anos, percebe-se que neste período de 10 anos houve um aumento no número de procedimentos totais em cerca de 185%. Além disso, analisando por meio do teste de qui quadrado, a comparação entre os números de procedimento em 2012 e 2022 obtiveram um resultado com alta significância estatística ($p < 0,05$), o que mostra a não aleatoriedade do crescimento dos números de procedimentos no período observado.

Em relação às regiões do país, em todas houve um crescimento no uso da DBS comparando os anos de 2012 e 2022 (Figura 1), exceto pela região Norte que não possui nenhum dado sobre o uso de DBS. A região Nordeste possui o maior crescimento no uso do procedimento (2100%), seguido da região Centro-Oeste (250%), da região Sudeste (205%) e da região Sul (200%). Em ambos os anos, a região Sudeste liderou em termos do número total de procedimentos realizados. Desconsiderando a região Norte devido à falta de dados, observou-se que em 2012, a região Nordeste apresentou o menor número de procedimentos, enquanto em 2022, a região Sul registrou o menor número de procedimentos.

No que diz respeito aos dados relacionados aos gastos com DBS (Figura 2), observou-se um aumento de 576% nos gastos com o procedimento ao comparar os dois anos.

Figura 1. Gráfico comparando a instalação de dispositivos de estimulação cerebral (DBS) em 10 anos.



DATASUS – Ministério da Saúde. Disponível em: <<https://datasus.saude.gov.br/>>. Acessado em: 02/10/2023.

É importante destacar que apenas no ano de 2012 foram disponibilizados dados específicos para as esferas pública e privada. Naquele ano, a esfera pública gastou R\$83.733,1, enquanto a esfera privada investiu R\$13.562,44 em DBS. Por outro lado, no ano de 2022, os dados em relação às esferas foram categorizados como "ignorados", sendo divulgada apenas a soma total dos gastos. Dessa forma, analisando o total de gasto em cada mês nos dois períodos por meio do teste qui quadrado, o resultado obtido representa uma alta significância estatística ($p < 0,05$), o que confirma que esse crescimento não ocorreu de uma forma aleatória.

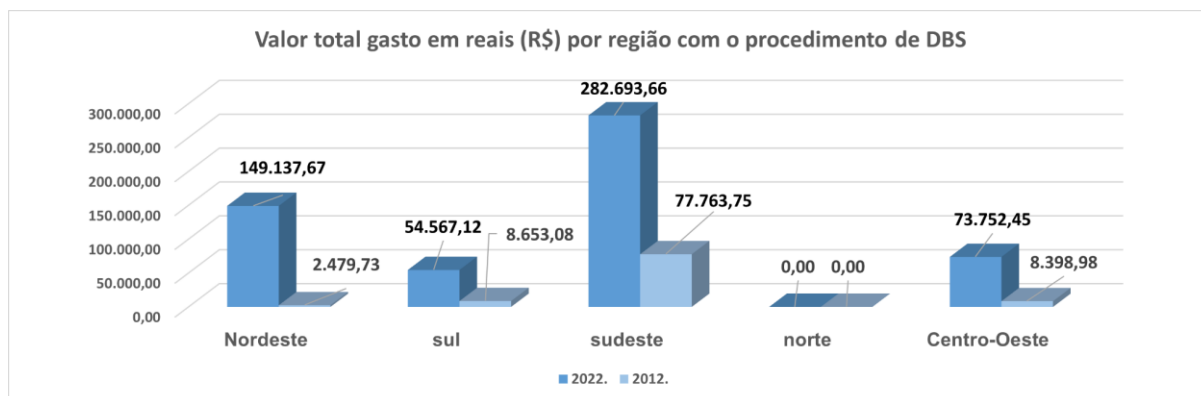
Figura 2. Gráfico ilustrativo do investimento em dispositivos de estimulação cerebral profunda no Brasil de 2012 a 2022.



DATASUS – Ministério da Saúde. Disponível em: <<https://datasus.saude.gov.br/>>.
Acessado em: 02/10/2023

Em relação aos gastos por região (Figura 3), eles refletem o aumento no número de procedimentos realizados. A região Nordeste, acompanhando seu crescimento no número de procedimentos, registrou um aumento de mais de 5000% nos gastos com o DBS. A região Centro-Oeste obteve o segundo maior aumento, aproximadamente 878%, seguida pelas regiões Sul e Sudeste, com aumentos de cerca de 630% e 330%, respectivamente. Em ambos os anos analisados, a região Sudeste lidera em investimentos no procedimento. Em 2012, a região Nordeste teve o menor gasto, enquanto em 2022, foi a região Sul que apresentou o menor investimento.

Figura 3. Gráfico ilustrativo do investimento em dispositivos de estimulação cerebral profunda por região brasileira.



DATASUS – Ministério da Saúde. Disponível em: <<https://datasus.saude.gov.br/>>.
Acessado em: 02/10/2023

Como dito anteriormente, o ano de 2022 não possui dados de investimento que separem entre regime público e privado. Já o ano de 2012, os gastos nos regimes público e privado foram: Sudeste com R\$68.212,01 no setor público e R\$9551,73 no setor privado, Centro-Oeste com R\$8.398,98 no setor público e não há dados sobre o setor privado, Sul com R\$4642,38 no setor público e R\$4010,70 no setor privado e Nordeste com R\$2479,73 no setor público e não há dados sobre o setor privado.

Por fim, em relação aos dados sobre a quantidade de neurocirurgiões por região, o Sudeste lidera o ranking de médicos dessa especialidade em ambos os anos com 483 médicos em 2012 e 801 médicos em 2022, seguido das regiões Nordeste com 109 em 2012 e 202 em 2022, Centro-Oeste com 74 em 2012 e 134 em 2022, Sul com 55 em 2012 e 130 em 2022 e Norte com 43 em 2012 e 82 em 2022. É

importante notar que a região Norte apresenta um número significativamente menor de neurocirurgiões em comparação com outras regiões do país. Para exemplificar, em 2012, para cada 100 neurocirurgiões na região Sudeste, a região Norte contava com apenas 8,9 médicos especializados nessa área. Em 2022, esse número aumentou apenas ligeiramente, atingindo 10,2 neurocirurgiões para cada 100 na região Sudeste. Mesmo em comparação com a região Sul, que tinha o segundo menor número de especialistas em neurocirurgia, a região Norte ainda assim possuía menos neurocirurgiões, de modo que em 2012 para cada 100 neurocirurgiões na região Sul, a região Norte tinha 78 especialistas, diminuindo para 63 para a cada 100 especialistas em 2022.

DISCUSSÃO

Nesta seção, serão discutidos os resultados obtidos no estudo sobre o uso do DBS e as suas diferentes aplicações. No recorte temporal, segundo dados do DATASUS é observado um aumento de cerca de 185% entre 2012 e 2022 na utilização da estimulação cerebral profunda. Ao analisar os dados, pode-se sugerir que esse aumento se deve por alguns fatores. O maior investimento no fornecimento de dispositivos de DBS aos seus usuários e ao aumento do número de neurocirurgiões no período analisado. É necessário salientar que o maior investimento do SUS pode estar diretamente relacionado ao acréscimo do número de neurocirurgiões no Brasil. Os resultados mostram que as regiões Sudeste, Nordeste, Centro-Oeste e Sul obtiveram,

respectivamente, o aumento do investimento pelo SUS em DBS e do número dos profissionais da neurocirurgia ao mesmo tempo, considerando os anos de 2012 e 2022.

Entretanto, no que tange à região Norte, a ausência de dados evidenciada por esse estudo quanto ao uso de DBS, assim como a baixa quantidade de neurocirurgias em comparação com o restante do Brasil, pode ser uma realidade que reforça a teoria citada da relação entre o maior investimento do SUS em locais com o maior número de profissionais capazes de realizar os procedimentos que necessitem do DBS. Outrossim, a literatura mostra outras razões de tais fatos, apontando a relação de causa e efeito entre PIB e neurocirurgia, respectivamente^{11,12}. Nesse sentido, um PIB alto per capita possui uma correlação positiva com a maior disponibilidade de recursos para serem investidos nos instrumentos cirúrgicos da neurocirurgia, que em sua maioria são caros por possuírem tecnologia de ponta, além de maiores investimentos na educação e formação de novos neurocirurgiões¹³.

Nesse sentido, ao analisar o PIB per capita geral do Brasil, um estudo demonstrou, no período de 2010 a 2014, a região Norte com o menor PIB, seguida das regiões Centro-Oeste, Nordeste, Sul e Sudeste, respectivamente. Isso pode justificar a relação maior presença de neurocirurgias com as regiões de maiores PIB per capita do Brasil⁶. Sendo assim, o que foi descrito na literatura se confirma na realidade da região Norte brasileira¹³. Nesse sentido, é compreensível a inexistência de dados no DATASUS sobre implante de DBS,

já que tal procedimento está invariavelmente atrelado à neurocirurgia funcional estereotáxica. Logo, em uma região com baixa infraestrutura para neurocirurgias e com poucos neurocirurgiões, que são os profissionais habilitados para realizar o implante dos eletrodos da DBS, torna-se inviável a realização da neurocirurgia funcional estereotáxica.

O avanço tecnológico no campo da neurociência vem permitindo o uso de dispositivos mais eficazes que modulam o padrão de funcionamento cerebral de acordo com a necessidade do paciente, o que aumenta o leque de opções de tratamento, que em um primeiro momento somente se tratava do ponto de vista medicamentoso, por meio dessa técnica terapêutica.

Apesar da DBS ser liberada apenas para pacientes com Parkinson, Epilepsia, distonias e tremores no Brasil, uma abertura, a partir de comprovação científica adequada de sua eficácia e segurança, para o uso terapêutico do DBS em outras categorias da neurocirurgia funcional estereotáxica, além das citadas, possibilitando o tratamento de diversos pacientes que, por exemplo, não respondem a tratamentos medicamentosos traria ganhos adicionais aos pacientes. Isto seria aplicável a outros tipos de doenças, representando uma alternativa no tratamento de pacientes resistentes à terapia farmacológica na Síndrome de Tourette, no Transtorno Obsessivo Compulsivo (TOC) e, até mesmo, possivelmente à Doença de Alzheimer (DA)^{14,15}.

O estudo realizado apresentou limitações importantes, uma vez que não há disponibilidade de informações de

procedimentos individuais de aplicação da estimulação cerebral profunda direcionada de acordo com Classificação Internacional de Doenças e Problemas Relacionados com a Saúde (CID). Além disso, as diferentes fontes de informações podem criar diferentes vieses ecológicos e de causalidade.

CONCLUSÃO

Evidenciou-se um aumento significativo do número de implantes de eletrodos para a realização de neurocirurgia funcional estereotáxica na maioria das regiões do Brasil entre 2012 e 2022. Este estudo corrobora o padrão descrito na literatura enquanto sugere a relação de causa e efeito observada entre as regiões com os maiores PIB per capita e a evolução, no período analisado, do número de procedimentos realizados para este tipo de neurocirurgia em destaque. Além disso, considerando, também, o ascendente investimento financeiro nos procedimentos destacados e o acréscimo do número de cirurgias no país, é possível sugerir que o território nacional possui demanda e possibilidade de melhorar o acesso ao uso do DBS em neurocirurgias funcionais estereotáxicas que tratem, das distonias, do Parkinson, dos tremores essenciais e da epilepsia, e futuramente até mesmo outras doenças tratáveis por esse método, como já evidenciado pela literatura. Diante disso, há de se salientar que pesquisas futuras devem ser realizadas a fim de se identificar, com profundidade, o real uso do DBS no país, principalmente na região Norte, que

ainda possui escassez de informações de qualidade. Assim, espera-se que possa haver uma ampliação do uso desse mecanismo terapêutico, de modo a garantir o acesso das pessoas com todas as doenças cerebrais e que necessitam de um possível tratamento pela estimulação cerebral profunda aliada às suas especificidades.

REFERÊNCIAS

1. Baldermann JC, Melzer C, Zapf A, Kohl S, Timmermann L, Tittgemeyer M, *et al.* Connectomic deep brain stimulation for obsessive-compulsive disorder. *Biol Psychiatry* 2021;90:678-88. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2021.06.017>
2. Blumenfeld Z, Velisar A, Miller Koop M, Hill BC, Shreve LA, Quinn EJ, *et al.* Sixty-hertz stimulation improves bradykinesia and amplifies subthalamic low-frequency oscillations. *Mov Disord* 2017;32:80-8. <https://doi.org/10.1002/mds.26840>
3. Bouthour W, Mégevand P, Donoghue J, Lüscher C, Birbaumer N, Krack P. Biomarkers for closed-loop deep brain stimulation in Parkinson disease and beyond. *Nat Rev Neurol* 2019;15:343-52. <https://doi.org/10.1038/s41582-019-0166-4>
4. Ministério da Saúde. Datasus (Internet) (Acessado em 02/10/2023). Disponível em: <https://datasus.saude.gov.br/>
5. Brasil. Secretaria de Ciência, Tecnologia, Inovação e Insumos Estratégicos em Saúde. Estimulação cerebral profunda para o tratamento da distonia primária generalizada e distonia cervical (internet). Brasília: Ministério da Saúde; 2022 (acessado em 21/09/2025). Disponível em: <http://conitec.gov.br/>
6. Azevedo EPRS, Lima ACS, Freitas MAL. Análise da relação entre o produto interno bruto e o valor adicionado dos estados brasileiros no período de 2010 a 2014. *Rev Adm Gest Contemp* 2020;8:1-12. <https://periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/ragc/article/view/54584>
7. Dougherty DD. Deep brain stimulation: clinical applications. *Psychiatr Clin North Am* 2018;41:385-94. <https://doi.org/10.1016/j.psc.2018.04.004>
8. Hamani C, McAndrews MP, Cohn M, Oh M, Zumsteg D, Shapiro CM, *et al.* Memory enhancement induced by hypothalamic/fornix deep brain stimulation. *Ann Neurol* 2008;63:119-23. <https://doi.org/10.1002/ana.21295>
9. IBGE (internet). (Acessado em: 18/01/2024). Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>
10. IBM Corp. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 20.0. Armonk, NY: IBM Corp.; 2011.
11. Krauss JK, Lipsman N, Aziz T, Boutet A, Brown P, Chang JW, *et al.* Technology of deep brain stimulation: current status and future

- directions. Nat Rev Neurol 2021;17:75-87. <https://doi.org/10.1038/s41582-020-00426-z>
- 12.Kabangu JL, Hernandez A, Graham D, Dugan JE, Fowler D, Bah MG, *et al.* Impact of income inequality on neurosurgeon distribution across U.S. counties. Neurosurgery 2025;71(Suppl 1):135-6. <https://doi.org/10.1227/neu.0000000000003360> 1021
- 13.Perez-Chadid DA, Paulin J, Vivas-Buitrago T, Castellar-Leones SM, Shahrestani S, Zygourakis CC, *et al.* Needs, roles, and challenges of young Latin American and Caribbean neurosurgeons. World Neurosurg 2023;176:e190-9. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2023.05.082>
- 14.Nasser JA, Andrade DC, Pinto FC, Pinto JE, Nóbrega JPS, Marques Junior W. Estimulação cerebral contínua (DBS) talâmica para controle do tremor. Arq Neuropsiquiatr 2002;60:429-34. <https://doi.org/10.1590/S0004-282X2002000300014>
- 15.Shephard E, Stern ER, van den Heuvel OA, Costa DLC, Batistuzzo MC, Godoy PBG, *et al.* Toward a neurocircuit-based taxonomy to guide treatment of obsessive-compulsive disorder. Mol Psychiatry 2021;26:4583-604. <https://doi.org/10.1038/s41380-020-00903-6>