

Peripheral artery disease: a comparison of urgent open and endovascular revascularizations on the public health system in Brazil, from 2010 to 2020

Doença arterial obstrutiva periférica: um estudo comparativo entre revascularizações abertas e endovasculares realizadas em caráter de urgência no sistema público de saúde do Brasil entre 2010 e 2020

Thaís Rodrigues Magalhães¹ , Daniel César Magalhães Fernandes¹ , Roberto Gomide¹ , Hideki Nakano¹ , André Vespasiano Afune¹ , Rômulo Mendes Silva¹ , Paulo Ricardo Alves Moreira¹ , Rosa Tanmirys de Sousa Lima¹ 

ABSTRACT

Background: Peripheral artery disease (PAD) has high prevalence and is associated with high risk of cardiovascular events. Surgical or endovascular intervention is necessary in chronic limb-threatening ischemia. **Objectives:** To evaluate the distribution of open and endovascular revascularizations in different regions of Brazil, analyzing the health system costs and mortality related to these procedures. **Methods:** A descriptive, cross-sectional, observational, epidemiological study was carried out to evaluate open and endovascular surgeries performed on the SUS public healthcare system in Brazil, from 2010 to 2020. Data were collected from the SUS Department of Informatics (Datusus). **Results:** Over the period analyzed, 83,218 admissions for open and endovascular surgeries were registered, with a total cost of R\$ 333,989,523.17. There were more hospital admissions for percutaneous procedures (56,132) than for conventional surgery (27,086). Most of the procedures (83%) were performed in the country's Southeast and South regions, while the North region had the lowest number of procedures. Over the period evaluated, there was a decreasing trend for open procedures and an increasing trend for endovascular procedures. The average hospital stay was shorter for endovascular procedures (5.3 days) than for open surgery (10.2 days). The analysis of mortality related to these procedures revealed a higher rate of in-hospital mortality associated with open revascularization than with endovascular (5.24% vs. 1.56%). **Conclusions:** Endovascular techniques constituted the primary approach for revascularization treatment in critical limb-threatening ischemia, with a lower in-hospital mortality rate and shorter hospital stay when compared to open surgeries.

Keywords: peripheral artery disease; open revascularization; endovascular surgery.

RESUMO

Contexto: A doença arterial obstrutiva periférica apresenta alta prevalência, sendo associada a elevado risco de eventos cardiovasculares. A intervenção cirúrgica ou endovascular faz-se necessária na isquemia crítica do membro. **Objetivos:** Avaliar a distribuição de realização de revascularizações abertas e endovasculares nas diferentes regiões do Brasil, analisando os custos para o sistema de saúde e a mortalidade relacionada a esses procedimentos. **Métodos:** Foi realizado um estudo epidemiológico observacional transversal descritivo para avaliar as cirurgias abertas e endovasculares realizadas no sistema público de saúde do Brasil entre 2010 e 2020. Os dados foram coletados através do Departamento de Informática do SUS (Datusus). **Resultados:** No período analisado, foram registradas 83.218 internações para realização de cirurgias abertas e endovasculares, com um custo total de R\$ 333.989.523,17. Houve predominância das internações para os procedimentos percutâneos (56.132) em relação aos cirúrgicos convencionais (27.086). As Regiões Sudeste e Sul concentraram a maior parte do total de procedimentos realizados no país (83%), enquanto a Região Norte foi a que apresentou a menor taxa de internação. Observou-se uma tendência decrescente para os procedimentos abertos, e uma tendência crescente para os endovasculares. A média de permanência hospitalar foi menor nos procedimentos endovasculares (5,3 dias) em relação aos abertos (10,2 dias). Além disso, notou-se uma maior taxa de mortalidade hospitalar relacionada à revascularização aberta em relação à endovascular (5,24% versus 1,56%). **Conclusões:** As técnicas endovasculares consistiram em uma abordagem dominante no tratamento

¹Hospital Geral de Goiânia Dr. Alberto Rassi – HGG, Goiânia, GO, Brasil.

Financial support: None.

Conflicts of interest: No conflicts of interest declared concerning the publication of this article.

Submitted: February 02, 2022. Accepted: May 24, 2022.

The study was carried out at Hospital Geral de Goiânia Dr. Alberto Rassi (HGG), Goiânia, GO, Brazil.



Copyright© 2022 The authors. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

cirúrgico da isquemia crítica, apresentando menor taxa de mortalidade hospitalar e menor tempo de internação quando comparada às cirurgias abertas.

Palavras-chave: doença arterial obstrutiva periférica; revascularização aberta; cirurgia endovascular.

How to cite: Magalhães TR, Fernandes DCM, Gomide R, et al. Peripheral artery disease: a comparison of urgent open and endovascular revascularizations on the public health system in Brazil, from 2010 to 2020. *J Vasc Bras.* 2022;21:e20220016. <https://doi.org/10.1590/1677-5449.202200162>

■ INTRODUCTION

Peripheral arterial occlusive disease (PAOD) is caused by systemic atherosclerotic phenomena that provoke arterial obstructions, is associated with high rates of cardiovascular morbidity and mortality, and affects a large proportion of the population, causing considerable human suffering and economic cost.^{1,2}

From 2000 to 2010, the prevalence of PAOD increased by 13.1% in high-income countries and by 28.7% in medium and low income countries.^{3,4}

Surgical treatment is indicated for patients with critical limb ischemia, whether manifest by pain at rest or trophic lesions, and for patients with intermittent claudication who do not respond to clinical treatment, with limitations affecting a quality of life and/or employment, assuming anatomic conditions permit the procedure.¹

Patients who are candidates for surgical treatment can be treated with open or endovascular revascularization and, if it is impossible to salvage the limb, may need primary or secondary major amputations.⁵⁻⁸

Historically, revascularization was considered the gold standard for patients with occlusive peripheral arterial disease, with excellent limb salvage rates and durability.⁹

However, an endovascular revolution has occurred over the last two decades, with significant increases in use of percutaneous techniques for revascularization of ischemic limbs and countless reports of excellent limb salvage rates. Moreover, endovascular treatment has demonstrated lower perioperative morbidity and mortality than open techniques.⁹

It has therefore become important to determine the distribution of open and endovascular surgery, raising questions about the rates of admission, health system costs, and mortality related to these procedures. The objective of this study was thus to conduct a comparative analysis of surgical and endovascular revascularizations performed on the public healthcare system in Brazil's five administrative regions from 2010 to 2020.

■ METHOD

This is a descriptive, cross-sectional, observational, epidemiological study using data harvested from

information on a Ministry of Health database maintained by Datasus (the IT department of the Sistema Única de Saúde [SUS]). Using the TABNET portal, the "Healthcare" section was selected, followed by the "Hospital Production (SIH/SUS)" subsection, and then the "Consolidated AIH (RD) data, by place of admission, from 2008" dataset, with the geographic coverage option "Brazil by Region and State".

Data were extracted on admissions related to open and endovascular revascularizations from January 2010 to December 2020, selecting patients admitted on an urgent basis, in order to analyze procedures performed on patients with probable critical limb ischemia.

The codes selected for procedures related to open revascularization were: 0406020310; 0406020329; 0406020345; 0406020353; 0406020361; 0406020388; 0406020450; 0406020442; and 0406020434. The codes selected for endovascular procedures were: 0406040281; 0406040028; 0406040044; 0406040052; 0406040060; and 0406040079. Amputation codes were not selected because the open-access Datasus database does not enable differentiation between procedures performed because of trauma from those provoked by critical ischemia.

Data were also extracted on mean length of hospital stay, total expenditure per admission, and mortality rates related to the procedures conducted during the period. Admission rates were calculated by dividing the number of admissions by the population of residents per year and region and expressed as rates per 100,000 inhabitants, using data from the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). The results are presented as tables and graphs.

The Prais-Winsten method was used to conduct a temporal analysis of the results, employing a linear regression model executed in Stata to classify trends in the results as rising, falling, or static, by calculating *p* values (greater or less than 0.05) and *b* values (greater or less than 0).

Research Ethics Committee approval was waived because the data employed are in the public domain, with open and unrestricted access, and do not identify individual patients.

RESULTS

In Brazil, data for the period from 2010 to 2020 show a total of 83,218 urgent admissions for open or endovascular revascularizations, with a total expenditure of R\$ 333,989,523.17 on hospital stays and procedures. As shown in Table 1, the numbers of admissions and total hospital costs were highest in Brazil's Southeast region and lowest in its North region.

Figure 1 illustrates the approximate relative frequency of the total numbers of open and endovascular revascularizations conducted in each region of Brazil. It can be observed that the greater part (83%) of admissions were concentrated in the Southeast and South regions and only 1% of all procedures were conducted in the North region.

Table 2 shows that a total of 27,086 admissions were approved for open revascularization surgery from 2010 to 2020 in Brazil, at a total cost of R\$ 94,614,711.94.

Once more, it was the Southeast and South regions that accounted for the largest proportion of the open revascularization, at a combined 87% of all such surgery conducted in Brazil. The North region was in last place, where only 228 open procedures were conducted during the period analyzed. Similarly, the total expenditure was in line with the numbers of

admissions and procedures, highest in the Southeast region and lowest in the North region.

With relation to mean length of hospital stay for open revascularization, The Midwest region has the longest length of hospital stay (17.1 days) and the South region had the shortest mean stay (9.4 days). For Brazil as a whole, the mean hospital stay for open surgery was 10.2 days.

Analysis of the relative mortality of the open procedures revealed an overall in-hospital mortality rate of 5.24% for the whole of Brazil from 2010 to 2020. Despite having the lowest number of procedures, the North region had the highest mortality rate (7.89%), followed by the Southeast region (5.98%), Northeast region (5.87%), Midwest region (5.31%), and South region (4.08%).

Finally, calculating the rate of admissions for urgent open procedures, as illustrated in Figure 2, a non-static ($p < 0.05$) and falling ($b < 0$) trend was observed over the period analyzed for the whole of Brazil. Figure 3 illustrates urgent admission rates per year, by the country's five regions.

Table 3 shows that there were 56,132 admissions for endovascular procedures in Brazil from 2010 to 2020, at a total cost of R\$ 239,374,811.23.

Table 1. Number and total cost of urgent admissions for open and endovascular revascularizations by region of Brazil from 2010 to 2020.

Region	Admissions	Total cost (Reais)
North region	881	R\$ 3,161,867.43
Northeast region	9,542	R\$ 34,663,032.26
Southeast region	36,548	R\$ 152,446,124.24
South region	32,314	R\$ 127,179,973.15
Midwest region	3,933	R\$ 16,538,526.09
Total	83,218	R\$ 333,989,523.17

Source: Ministry of Health, Sistema Única de Saúde Hospital Information System (SIH/SUS).

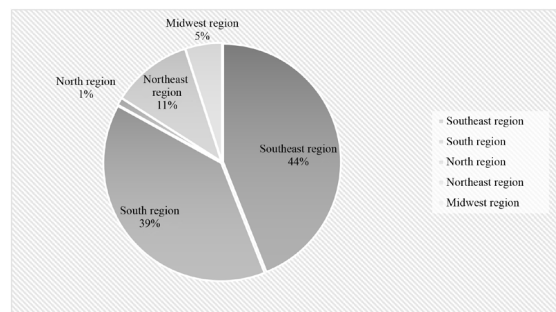


Figure 1. Relative frequency of total numbers of open and endovascular procedures by region of Brazil from 2010 to 2020.

Table 2. Number of admissions, mean length of hospital stay, mortality rate, and total expenditure on urgent open revascularization by region of Brazil from 2010 to 2020.

Region	Admissions	Mean stay (days)	Mortality rate (%)	Total cost (Reais)
North region	228	13.3	7.89	R\$ 674,170.87
Northeast region	1,755	13.1	5.87	R\$ 6,355,481.17
Southeast region	13,420	9.5	5.98	R\$ 49,605,675.58
South region	10,119	9.4	4.08	R\$ 32,504,387.60
Midwest region	1,564	17.1	5.31	R\$ 5,474,996.72
Total	27,086	10.2	5.24	R\$ 94,614,711.94

Source: Ministry of Health, Sistema Única de Saúde Hospital Information System (SIH/SUS).

The Southeast and South regions accounted for the great majority of these procedures in the country (80.7%), while just 1.2% of these angioplasties were conducted in the North region.

The mean length of hospital stay for endovascular procedures in Brazil was 5.3 days and stays were longest in the Midwest region (9.1 days) and shortest in the Southeast region (4.2 days).

Contrasting with the trends for open surgery, as illustrated in Figure 4, urgent admission rates for endovascular revascularizations for the whole of Brazil exhibited a non-static ($p < 0.05$) and rising ($b > 0$) trend over the period from 2010 to 2020. Figure 5 illustrates the admission rates by region.

The in-hospital mortality related to endovascular procedures over the period analyzed was 1.56%. The North region had the highest in-hospital mortality rate (3.52%), while the South region had the lowest rate (1.41%) for the same period.

Figure 6 shows a comparison between the in-hospital mortality rates for conventional and endovascular surgical procedures conducted in Brazil. Both rates had a static trend over time ($p > 0.05$), but the in-hospital mortality rate for open procedures was higher than the rate for endovascular procedures.

Additionally, Figure 7 illustrates the relationship between the numbers of open and endovascular

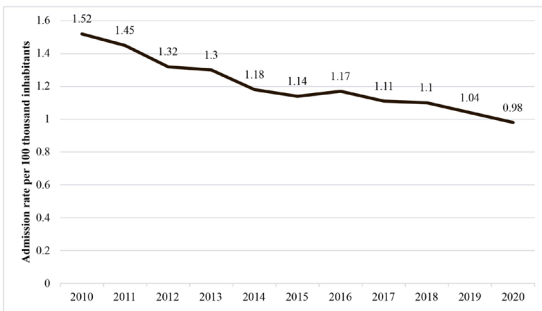


Figure 2. Rates of urgent admissions for open revascularization in Brazil from 2010 to 2020.

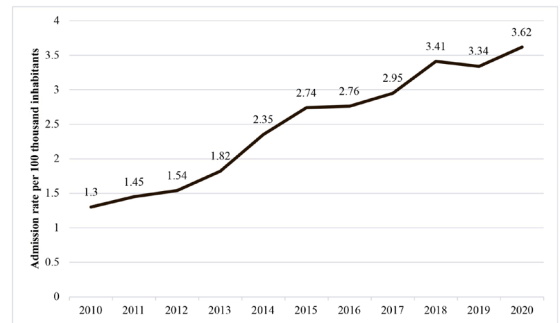


Figure 4. Rates of urgent admissions for endovascular revascularization in Brazil from 2010 to 2020.

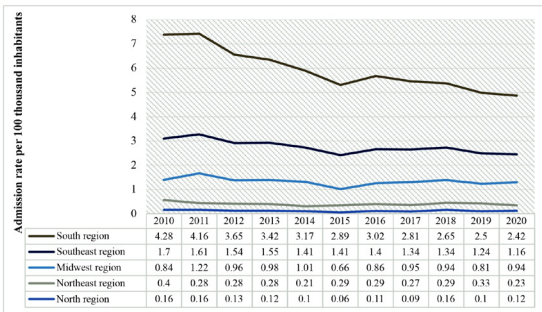


Figure 3. Distribution of rates of urgent admission for open revascularization by region of Brazil from 2010 to 2020.

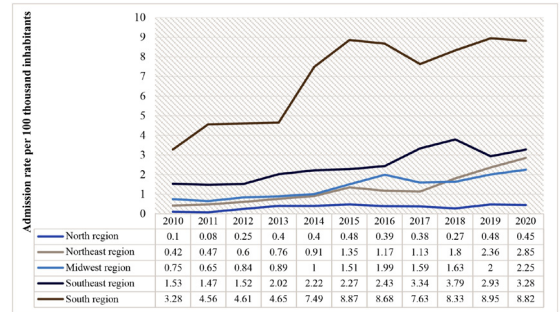


Figure 5. Distribution of rates of urgent admission for endovascular revascularization by region of Brazil from 2010 to 2020.

Table 3. Number of admissions, mean length of hospital stay, mortality rate, and total expenditure on urgent endovascular surgery by region of Brazil from 2010 to 2020.

Region	Admissions	Mean stay (days)	Mortality rate (%)	Total cost (Reais)
North region	653	8.9	3.52	R\$ 2,487,696.56
Northeast region	7,787	7.5	1.81	R\$ 28,307,551.09
Southeast region	23,128	4.2	1.47	R\$ 102,840,448.66
South region	22,195	5.1	1.41	R\$ 94,675,585.55
Midwest region	2,369	9.1	2.57	R\$ 11,063,529.37
Total	56,132	5.3	1.56	R\$ 239,374,811.23

Source: Ministry of Health, Sistema Única de Saúde Hospital Information System (SIH/SUS).

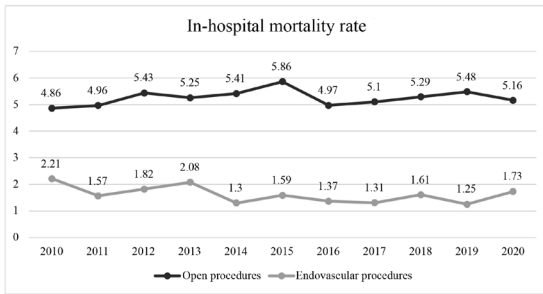


Figure 6. In-hospital mortality rates for urgent open and endovascular revascularizations in Brazil from 2010 to 2020.

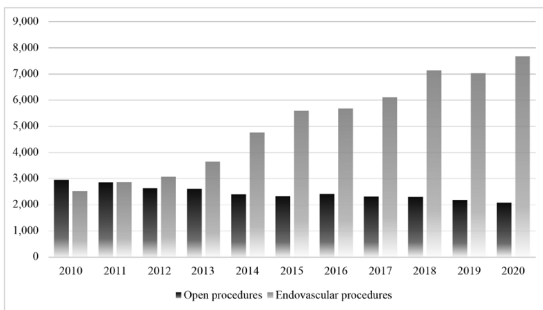


Figure 7. Distribution of numbers of urgent open and endovascular revascularizations in Brazil from 2010 to 2020.

revascularizations conducted annually in Brazil over the study period.

Finally, Figure 8 illustrates the relationships between the percentages of procedures that were open or endovascular in each region of Brazil, showing that the Northeast region had the highest proportion of endovascular surgery (82%) when compared to conventional procedures (18%), followed by the North region (74% vs. 26%), South region (69% vs. 31%), Southeast region (63% vs. 37%) and, finally, the Midwest region (60% vs. 40%).

DISCUSSION

Critical ischemia is associated with shorter life expectancy, a significant reduction in the ability to walk, and a high probability of limb loss. Surgical approaches to treatment comprise endovascular surgery, open surgery, combined or hybrid procedures, and major amputations. Of these, endovascular techniques have been widely adopted because of their safety, effectiveness, and reliability.^{8,10}

This study evaluated the numbers of open and endovascular revascularizations performed in Brazil from 2010 to 2020, showing that there was a greater

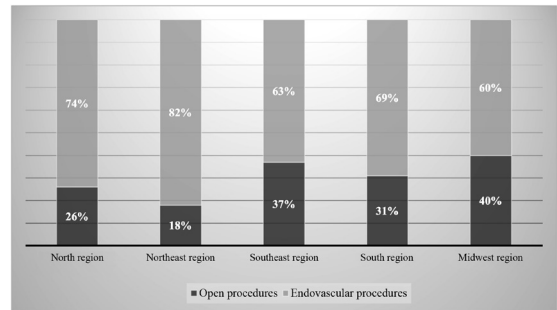


Figure 8. Percentages (%) of open and endovascular procedures by region from 2010 to 2020.

number of admissions for percutaneous techniques, with around twice as many endovascular surgeries than open surgeries (56,132 vs. 27,086, respectively).

The temporal analysis of rates of admission for open procedures revealed a falling trend, whereas the trend for endovascular procedures was rising, for all regions of Brazil over the period analyzed.

Similarly, studies show that the number of endovascular procedures critical ischemia increased threefold from 1996 to 2006, while there was a 42% reduction in the number of open procedures. Other data show that the percentage of endovascular treatments rose from 13.4% to 27.4% from 2001 to 2011.⁹

Moreover, the data from this study show an unequal distribution across the five regions of Brazil. The South region had the highest admission rates in Brazil and the North region had the lowest rates of admission for surgical and endovascular interventions.

Analysis of the percentages of open and endovascular procedures showed a higher proportion of endovascular surgeries than open procedures in all regions of Brazil, with the highest proportion in the Northeast region (82% vs. 18%), while the predominance of endovascular over open revascularization was least pronounced in the Midwest region (60% vs. 40%).

In line with this, a study evaluating patients admitted for critical ischemia from 2003 to 2011 showed a significant reduction in the proportion of patients who underwent surgical revascularization (13.9% in 2003 to 8.8% in 2011), accompanied by a corresponding increase in endovascular revascularization over the same period (5.1% in 2003 to 11.0% in 2011). Another study conducted in Brazil showed a significant change in the proportions of treatment modalities used for peripheral arterial disease over the years 2008, 2010, and 2012, with a 57% increase in endovascular procedures and a 9.8% reduction in clinical treatment, whereas conventional surgical treatment remained stable.^{11,12}

Management of peripheral arterial disease is costly for the healthcare system. This study showed that R\$ 333,989,523.17 was spent in Brazil on admissions for open and endovascular revascularizations over the period analyzed, which equates to 0.75% of the total amount spent on admissions for urgent surgical procedures during the period.

Nascimento et al.¹² demonstrated that the total cost of PAOD treatment on the public healthcare system increased by 37% from 2008 to 2012, with a sharp increase in costs related to endovascular procedures (92%) compared to the increases in the costs of conventional surgery (11%) and clinical treatment (30%).

Comparing the two procedures, the total cost of endovascular admissions was around 2.5 times greater than the cost of open revascularization in the present study. This is primarily because of the increase in the number of endovascular procedures over the period analyzed (approximately double the number of admissions recorded). However, it is also important to consider the higher cost of the materials employed for percutaneous techniques, which very often have to be imported, in addition to the fact that the database used for this study does not enable analysis of reinterventions.

Some studies have shown lower patency rates and greater likelihood of reintervention in patients treated with endovascular procedures, which could indirectly counterbalance the proportional costs of endovascular and open procedures over time.^{12,13}

Additionally, it is important to point out that the total expenditure recorded on the database should be considered as the approved value and does not necessarily correspond to the sums actually paid out to the healthcare providers, since, depending on the situation, these units may receive budgetary resources, or there may be sums withheld or incentives paid that are not included in the data used for this study.

Moreover, the mean length of hospital stay was 10.2 days for admissions for open revascularization, whereas the mean stay for endovascular procedures was 5.3 days.

A multicenter study was conducted from 2013 to 2016 to assess the different strategies for treatment of patients admitted with PAOD, showing that the total length of hospital stay was significantly shorter for endovascular procedures when compared with open surgery (3.4 vs. 10 days, respectively). Moreover, it found that the adjusted cost of an endovascular procedure plus hospital stay was 42.3% less than the cost of open revascularization and was 57.3% less than the costs involved in a major amputation, because of the shorter length of hospital stay and

reduced use of intensive care services related to endovascular procedures.¹⁴

Analyzing hospital mortality related to these procedures, the present study observed a rate of 5.24% for admissions for open revascularization, whereas the in-hospital mortality rate for endovascular procedures in Brazil was only 1.56% during the period analyzed.

Tang et al.¹⁰ conducted a meta-analysis comparing the two types of procedures in patients with PAOD and demonstrated a significantly higher overall mortality rate for open procedures when compared to endovascular treatment (10.86% vs. 7.54%, respectively), in addition to a shorter length of hospital stay, lower rate of complications (9.48% vs. 13.60%), and lower amputation rate (12.49% vs. 18.28%) among patients treated with endovascular surgery when compared to those who underwent conventional surgery. However, there were no statistically significant differences in survival rates or limb salvage at 30-day, 1-year, or 3-year follow-up.

Compared to open surgery, Agarwal et al.¹¹ showed that the endovascular technique was associated with a significant reduction in intrahospital mortality (2.34% vs. 2.73%, $p < 0.001$), a reduced length of hospital stay (8.7 vs. 10.7 days, $p < 0.001$), and lower hospital costs (\$31,679 vs. \$32,485, $p < 0.001$), although both techniques had similar major amputation rates (6.5% vs. 5.7%, $p = 0.75$).

Excellent limb salvage rates and low perioperative morbidity and mortality have been reported as use of endovascular treatment has become widespread. However, questions have been raised about its durability, costs, and applications.¹⁵

While endovascular procedures are considered less expensive over the short term, the long-term comparison of percutaneous procedures and open revascularization in terms of costs and patient-centered results remain uncertain.¹⁶

To date, the BASIL study is the only completed prospective, randomized, and controlled study that has compared endovascular techniques with surgical revascularization in patients with critical ischemia. This trial assessed 452 patients with 3-year follow-up and did not find a difference between the two groups in the primary outcome of amputation-free survival (57% for open surgery vs. 52% for endovascular treatment). There was also no significant difference in relation to cost or long-term quality of life. However, the study had several limitations, since it only analyzed intraluminal angioplasty, excluding other technologies, such as stenting, and did not describe the influence of the pattern of arterial lesions.^{15,17,18}

Modern tools for endovascular treatment are more sophisticated than in the past and there is no doubt

that costs have increased with the new generation of guidewires, balloons, drug-eluting stents, and other more modern materials. While the new technology has the potential to improve technical success and durability, there is a financial cost that must be taken into consideration.¹⁴

The persistent clinical equilibrium, in combination with the scarcity of data on comparative efficacy to guide treatment of critical ischemia, has stimulated a multidisciplinary effort to organize a new prospective, randomized, and controlled multicenter trial designed to compare the efficacy of treatment, results, quality of life, and costs in patients with critical limb ischemia treated with open or endovascular revascularization (the Best Endovascular vs. Best Surgical Therapy – BEST-CLI trial). This trial is still ongoing and it is hoped that its results can guide surgeons in management of patients with critical ischemia.^{9,15}

Finally, the data presented in this study were extracted from a national database that only includes procedures performed on the public healthcare system and are subject to the limitations of the errors and imprecisions inherent to a public registry and do not include data from Brazil's private healthcare sector. In view of this, the results should not be extrapolated to the entire Brazilian population, due to the socioeconomic and cultural differences between populations dependent on public and private healthcare.

As such, the results are related to the subset of the Brazilian population that is dependent on the SUS and it is impossible to define the exact percentage of the Brazilian sample assessed in the study. It is also possible that the different regions of the country have different proportions of their populations dependent on the public healthcare system, which could impact on the analysis of the data.

Moreover, the number of reinterventions, i.e., the number of repeat procedures in the same patient, could not be filtered in the records. Other limitations of the study include the lack of availability of data on the limb salvage rates of each technique and the inability to differentiate between procedures conducted after trauma or acute arterial emboli and those due to PAOD.

■ CONCLUSIONS

This study showed that there was a predominance of endovascular urgent revascularizations on the public healthcare system from 2010 to 2020 in all regions of Brazil.

Over the period analyzed, there was a falling trend for open procedures and a rising trend for endovascular interventions. Additionally, admissions for endovascular revascularizations had a shorter length of hospital

stay and a smaller in-hospital mortality rate than admissions for open revascularization.

■ REFERENCES

1. Presti C, Miranda F Jr, Casella IB, Luccia N, Covre MR. Doença arterial periférica obstrutiva de membros inferiores: diagnóstico e tratamento. Projeto Diretrizes SBACV. São Paulo: SBACV; 2015.
2. Nunes JLB, Araújo JS Fo, Silvany AM No, et al. Doença arterial oclusiva periférica de membros inferiores em hospitais públicos de Salvador: perfil dos pacientes e do atendimento. *J Vasc Bras.* 2002;1(3):201-6.
3. Fowkes FGR, Aboyans V, Fowkes FJI, McDermott MM, Sampson UKA, Criqui MH. Peripheral artery disease: epidemiology and global perspectives. *Nat Rev Cardiol.* 2017;14(3):156-70. <http://dx.doi.org/10.1038/nrcardio.2016.179>. PMID:27853158.
4. Barnes JA, Eid MA, Creager MA, Goodney PP. Epidemiology and risk of amputation in patients with diabetes mellitus and peripheral artery disease. *Arterioscler Thromb Vasc Biol.* 2020;40(8):1808-17. <http://dx.doi.org/10.1161/ATVBAHA.120.314595>. PMID:32580632.
5. Maffei FHA, Yoshida WB, Rollo HA, et al. Doenças vasculares periféricas. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2016.
6. Sidawy AN, Perler BA, Rutherford RB. Rutherford's vascular surgery and endovascular therapy. 9th ed. Philadelphia: Elsevier; 2019.
7. Burihan MC, Campos W Jr, editores. Consenso e atualização no tratamento da doença arterial obstrutiva periférica. 1. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2019.
8. Conte MS, Bradbury AW, Kolh P, et al. Global vascular guidelines on the management of chronic limb-threatening ischemia. *J Vasc Surg.* 2019;69(6S):35-1255.e40. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvs.2019.02.016>. PMID:31159978.
9. Dua A, Lee CJ. Epidemiology of peripheral arterial disease and critical limb ischemia. *Tech Vasc Interv Radiol.* 2016;19(2):91-5. <http://dx.doi.org/10.1053/j.tvir.2016.04.001>. PMID:27423989.
10. Tang QH, Chen J, Hu CF, Zhang XL. Comparison between endovascular and open surgery for the treatment of peripheral artery diseases: a meta-analysis. *Ann Vasc Surg.* 2020;62:484-95. <http://dx.doi.org/10.1016/j.avsg.2019.06.039>. PMID:31476425.
11. Agarwal S, Sud K, Shishehbor MH. Nationwide trends of hospital admission and outcomes among critical limb ischemia patients: from 2003-2011. *J Am Coll Cardiol.* 2016;67(16):1901-13. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jacc.2016.02.040>. PMID:27012780.
12. Nascimento BR, Brant LCC, Lana MLL, Lopes ELV, Ribeiro ALP. Trends in procedure type, morbidity and in-hospital outcomes of patients with peripheral artery disease: data from the Brazilian Public Health System. *Ann Vasc Surg.* 2016;31:143-51. <http://dx.doi.org/10.1016/j.avsg.2015.08.019>. PMID:26616503.
13. Stoner MC, Defreitas DJ, Manwaring MM, Carter JJ, Parker FM, Powell CS. Cost per day of patency: understanding the impact of patency and reintervention in a sustainable model of healthcare. *J Vasc Surg.* 2008;48(6):1489-96. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvs.2008.07.003>. PMID:18829227.
14. Tang L, Paravastu SCV, Thomas SD, Tan E, Farmer E, Varcoe RL. Cost analysis of initial treatment with endovascular revascularization, open surgery, or primary major amputation in patients with peripheral artery disease. *J Endovasc Ther.* 2018;25(4):504-11. <http://dx.doi.org/10.1177/1526602818774786>. PMID:29756521.
15. Farber A, Rosenfield K, Siami FS, Strong M, Menard M. The BEST-CLI trial is nearing the finish line and promises to be worth the wait. *J Vasc Surg.* 2019;69(2):470-481.e2. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvs.2018.05.255>. PMID:30683195.

16. Moriarty JP, Murad MH, Shah ND, et al. A systematic review of lower extremity arterial revascularization economic analyses. *J Vasc Surg.* 2011;54(4):1131-1144.e1. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvs.2011.04.058>. PMID:21971093.
17. Adam DJ, Beard JD, Cleveland T, et al. Bypass versus angioplasty in severe ischaemia of the leg (BASIL): multicentre, randomized controlled trial. *Lancet.* 2005;366(9501):1925-34. [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(05\)67704-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(05)67704-5). PMID:16325694.
18. Bradbury AW, Adam DJ, Bell J, et al. Bypass versus Angioplasty in Severe Ischaemia of the Leg (BASIL) trial: analysis of amputation free and overall survival by treatment received. *J Vasc Surg.* 2010;51(5, Supl.):18S-31S. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvs.2010.01.074>. PMID:20435259.

Correspondence

Thaís Rodrigues Magalhães
 Rua S 3, 419, Residencial Novitá, ap. 1803 - Setor Bela Vista
 CEP 74823-440 - Goiânia (GO), Brasil
 Tel.: +55 (62) 99118-8480
 E-mail: med.thaisrodrigues@gmail.com

Author information

TRM, RMS, PRAM and RTSL - Cirurgia Vascular residents, Hospital Geral de Goiânia Dr. Alberto Rassi (HGG).
 DCMF, HN and AVA- Preceptors, Departamento de Cirurgia Vascular, Hospital Geral de Goiânia Dr. Alberto Rassi (HGG).
 RG - Chief-preceptor, Departamento de Cirurgia Vascular, Hospital Geral de Goiânia Dr. Alberto Rassi (HGG).

Author contributions

Conception and design: TRM, DCMF
 Analysis and interpretation: TRM, DCMF
 Data collection: TRM, DCMF
 Writing the article: TRM, DCMF, RG
 Critical revision of the article: TRM, DCMF, RG, HN, AVA, RMS, PRAM, RTSL
 Final approval of the article*: TRM, DCMF, RG, HN, AVA, RMS, PRAM, RTSL
 Statistical analysis: TRM, DCMF
 Overall responsibility: TRM, DCMF, RG, HN, AVA, RMS, PRAM, RTSL

*All authors have read and approved of the final version of the article submitted to *J Vasc Bras.*

Doença arterial obstrutiva periférica: um estudo comparativo entre revascularizações abertas e endovasculares realizadas em caráter de urgência no sistema público de saúde do Brasil entre 2010 e 2020

Peripheral artery disease: a comparison of urgent open and endovascular revascularizations on the public health system in Brazil, from 2010 to 2020

Thaís Rodrigues Magalhães¹ , Daniel César Magalhães Fernandes¹ , Roberto Gomide¹ , Hideki Nakano¹ ,
André Vespasiano Afune¹ , Rômulo Mendes Silva¹ , Paulo Ricardo Alves Moreira¹ ,
Rosa Tanmirys de Sousa Lima¹ 

RESUMO

Contexto: A doença arterial obstrutiva periférica apresenta alta prevalência, sendo associada a elevado risco de eventos cardiovasculares. A intervenção cirúrgica ou endovascular faz-se necessária na isquemia crítica do membro. **Objetivos:** Avaliar a distribuição de realização de revascularizações abertas e endovasculares nas diferentes regiões do Brasil, analisando os custos para o sistema de saúde e a mortalidade relacionada a esses procedimentos. **Métodos:** Foi realizado um estudo epidemiológico observacional transversal descritivo para avaliar as cirurgias abertas e endovasculares realizadas no sistema público de saúde do Brasil entre 2010 e 2020. Os dados foram coletados através do Departamento de Informática do SUS (Datasus). **Resultados:** No período analisado, foram registradas 83.218 internações para realização de cirurgias abertas e endovasculares, com um custo total de R\$ 333.989.523,17. Houve predominância das internações para os procedimentos percutâneos (56.132) em relação aos cirúrgicos convencionais (27.086). As Regiões Sudeste e Sul concentraram a maior parte do total de procedimentos realizados no país (83%), enquanto a Região Norte foi a que apresentou a menor taxa de internação. Observou-se uma tendência decrescente para os procedimentos abertos, e uma tendência crescente para os endovasculares. A média de permanência hospitalar foi menor nos procedimentos endovasculares (5,3 dias) em relação aos abertos (10,2 dias). Além disso, notou-se uma maior taxa de mortalidade hospitalar relacionada à revascularização aberta em relação à endovascular (5,24% versus 1,56%). **Conclusões:** As técnicas endovasculares consistiram em uma abordagem dominante no tratamento cirúrgico da isquemia crítica, apresentando menor taxa de mortalidade hospitalar e menor tempo de internação quando comparada às cirurgias abertas.

Palavras-chave: doença arterial obstrutiva periférica; revascularização aberta; cirurgia endovascular.

ABSTRACT

Background: Peripheral artery disease (PAD) has high prevalence and is associated with high risk of cardiovascular events. Surgical or endovascular intervention is necessary in chronic limb-threatening ischemia. **Objectives:** To evaluate the distribution of open and endovascular revascularizations in different regions of Brazil, analyzing the health system costs and mortality related to these procedures. **Methods:** A descriptive, cross-sectional, observational, epidemiological study was carried out to evaluate open and endovascular surgeries performed on the SUS public healthcare system in Brazil, from 2010 to 2020. Data were collected from the SUS Department of Informatics (Datasus). **Results:** Over the period analyzed, 83,218 admissions for open and endovascular surgeries were registered, with a total cost of R\$ 333,989,523.17. There were more hospital admissions for percutaneous procedures (56,132) than for conventional surgery (27,086). Most of the procedures (83%) were performed in the country's Southeast and South regions, while the North region had the lowest number of procedures. Over the period evaluated, there was a decreasing trend for open procedures and an increasing trend for endovascular procedures. The average hospital stay was shorter for endovascular procedures (5.3 days) than for open surgery (10.2 days). The analysis of mortality related to these procedures revealed a higher rate of in-hospital mortality associated with open revascularization than with endovascular (5.24% vs. 1.56%). **Conclusions:** Endovascular techniques constituted the primary approach for

¹Hospital Geral de Goiânia Dr. Alberto Rassi – HGG, Goiânia, GO, Brasil.

Fonte de financiamento: Nenhuma.

Conflito de interesse: Os autores declararam não haver conflitos de interesse que precisam ser informados.

Submetido em: Fevereiro 02, 2022. Aceito em: Maio 24, 2022.

O estudo foi realizado no Hospital Geral de Goiânia Dr. Alberto Rassi (HGG), Goiânia, GO, Brasil.



revascularization treatment in critical limb-threatening ischemia, with a lower in-hospital mortality rate and shorter hospital stay when compared to open surgeries.

Keywords: peripheral artery disease; open revascularization; endovascular surgery.

Como citar: Magalhães TR, Fernandes DCM, Gomide R, et al. Doença arterial obstrutiva periférica: um estudo comparativo entre revascularizações abertas e endovasculares realizadas em caráter de urgência no sistema público de saúde do Brasil entre 2010 e 2020. *J Vasc Bras.* 2022;21:e20220016. <https://doi.org/10.1590/1677-5449.202200161>

■ INTRODUÇÃO

A doença arterial obstrutiva periférica (DAOP) é decorrente de fenômenos ateroscleróticos sistêmicos, que provocam obstruções arteriais, está associada a alta morbimortalidade cardiovascular e acomete uma grande parte da população, gerando considerável sofrimento humano e prejuízo econômico^{1,2}.

Entre 2000 e 2010, a prevalência de DAOP aumentou em 13,1% em países de alta renda, e em 28,7% nos países de média e baixa renda^{3,4}.

O tratamento cirúrgico estaria indicado para pacientes com isquemia crítica do membro, seja por dor em repouso ou presença de lesão trófica, e para pacientes com claudicação intermitente que não responderam ao tratamento clínico, apresentando limitações na qualidade de vida e/ou na vida profissional, além de condições anatômicas favoráveis ao procedimento¹.

Os pacientes candidatos ao tratamento cirúrgico podem ser submetidos a revascularização aberta ou endovascular e, caso não haja possibilidade de salvamento do membro, a amputações maiores primárias ou secundárias⁵⁻⁸.

Historicamente, a revascularização era considerada o padrão-ouro para os pacientes com doença arterial oclusiva periférica, mostrando excelentes taxas de salvamento de membro e durabilidade⁹.

Entretanto, nas últimas duas décadas, uma revolução endovascular levou a um aumento significativo na utilização das técnicas percutâneas para revascularização do membro isquêmico, com inúmeros relatos de excelentes taxas de salvamento do membro. Além disso, quando comparada às técnicas abertas, a terapia endovascular apresentou uma menor morbidade e mortalidade perioperatória⁹.

Dessa forma, torna-se importante conhecer a distribuição das cirurgias abertas e endovasculares, levantando questões quanto às taxas de internação, custos para o sistema de saúde e mortalidade relativa a esses procedimentos. Nesse sentido, o objetivo do estudo consistiu em realizar uma análise comparativa das revascularizações cirúrgicas e endovasculares realizadas pelo sistema público de saúde nas diferentes regiões do Brasil entre 2010 e 2020.

■ MÉTODO

A pesquisa caracterizou-se como um estudo epidemiológico observacional transversal descritivo, cujos dados foram coletados a partir de informações disponibilizadas pelo banco de dados do Ministério da Saúde, o Datasus (Departamento de Informática do SUS). Através da seção *TABNET*, foi selecionada a opção “Assistência à Saúde” e, posteriormente, “Produção Hospitalar (SIH/SUS)”, sendo escolhidos os “Dados consolidados AIH (RD), por local de internação a partir de 2008”, e selecionadas, na abrangência geográfica, as diferentes regiões e unidades da federação do Brasil.

Foram coletadas informações das internações relacionadas a revascularizações abertas e endovasculares no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2020, sendo selecionados os pacientes internados em caráter de urgência, de forma a avaliar os procedimentos realizados nos pacientes com provável isquemia crítica do membro.

Os códigos de procedimentos selecionados relativos às revascularizações abertas foram: 0406020310; 0406020329; 0406020345; 0406020353; 0406020361; 0406020388; 0406020450; 0406020442; 0406020434. Já os códigos relacionados aos procedimentos endovasculares consistiram nos seguintes: 0406040281; 0406040028; 0406040044; 0406040052; 0406040060; e 0406040079. Os códigos de amputações não foram incluídos devido à impossibilidade de diferenciar, na base de dados de acesso livre do Datasus, os procedimentos traumáticos daqueles provocados por isquemia crítica.

Foram também coletados os dados a respeito da média de permanência hospitalar, valor total gasto com as internações e taxa de mortalidade relacionada aos procedimentos realizados nesse mesmo período. Além disso, foi calculada a taxa de internação através da divisão do número de internações pela população residente relativa ao ano e região, disponibilizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), sendo avaliada a cada 100.000 habitantes. Os resultados encontrados foram organizados na forma de tabelas e gráficos.

Para a análise temporal dos resultados, foi utilizado o método de Prais-Winsten, um modelo de regressão linear executado através do software Stata, de forma

a avaliar a tendência dos resultados como crescente, decrescente ou estacionária, através do cálculo do valor de p (maior ou menor que 0,05) e valor de b (maior ou menor que 0).

A aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa foi dispensada, uma vez que os dados obtidos são de domínio público, acesso livre e irrestrito, sem identificação individual dos pacientes.

■ RESULTADOS

No Brasil, durante o período de 2010 a 2020, os dados mostraram um total de 83.218 internações para realização de revascularizações abertas e endovasculares em caráter de urgência, com um valor total gasto de R\$ 333.989.523,17, relativo às internações e aos procedimentos realizados nesse mesmo período. Conforme mostrado na Tabela 1, o número de internações e os custos hospitalares foram maiores na Região Sudeste, e menores na Região Norte do Brasil.

A Figura 1 representa a frequência relativa aproximada do total de revascularizações abertas e endovasculares realizadas em cada região brasileira. Percebe-se que a maior parte (83%) das internações no país estiveram concentradas nas Regiões Sudeste e Sul, e que a Região Norte representou apenas com 1% do total de procedimentos.

Tabela 1. Relação do número de internações e o valor total das revascularizações abertas e endovasculares realizadas em caráter de urgência por regiões do Brasil durante o período de 2010 a 2020.

Região	Internações	Valor total (em reais)
Região Norte	881	R\$ 3.161.867,43
Região Nordeste	9.542	R\$ 34.663.032,26
Região Sudeste	36.548	R\$ 152.446.124,24
Região Sul	32.314	R\$ 127.179.973,15
Região Centro-Oeste	3.933	R\$ 16.538.526,09
Total	83.218	R\$ 333.989.523,17

Fonte: Ministério da Saúde. Sistemas de Informações Hospitalares do SUS (SIH/SUS).

Em relação às revascularizações abertas, a Tabela 2 mostra que foram aprovadas 27.086 internações para a realização de cirurgias abertas no Brasil entre 2010 e 2020, com um custo total de R\$ 94.614.711,94.

Novamente, as Regiões Sudeste e Sul foram as que apresentaram a maior quantidade de revascularizações abertas, representando, de forma conjunta, 87% do total das cirurgias realizadas no Brasil. A Região Norte ficou em último lugar, realizando apenas 228 procedimentos abertos no período estipulado. Da mesma forma, o valor total gasto foi condizente com o número de internações e de procedimentos, sendo maior na Região Sudeste e menor na Região Norte.

Em relação à média de permanência hospitalar nas internações por revascularizações abertas, a Região Centro-Oeste foi a que apresentou o maior tempo de internação (17,1 dias), e a Região Sul apresentou a menor média (9,4 dias). No Brasil, o tempo médio de permanência hospitalar nas cirurgias abertas foi de 10,2 dias.

Analisando a mortalidade relativa aos procedimentos abertos, obteve-se uma taxa de mortalidade hospitalar de 5,24% no Brasil durante o período de 2010 a 2020. Apesar do menor número de cirurgias realizadas, a Região Norte foi a que apresentou a maior taxa de

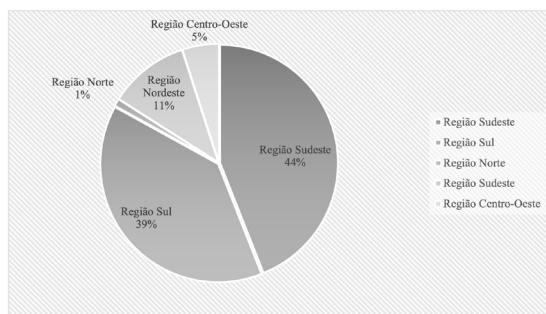


Figura 1. Frequência relativa do total dos procedimentos abertos e endovasculares realizados por regiões do Brasil, no período de 2010 a 2020.

Tabela 2. Número de internações, tempo médio de permanência hospitalar, taxa de mortalidade e valor total gasto em relação às revascularizações abertas realizadas em caráter de urgência por regiões do Brasil, durante o período de 2010 a 2020.

Região	Internações	Média de permanência (dias)	Taxa de mortalidade (%)	Valor total (reais)
Região Norte	228	13,3	7,89	R\$ 674.170,87
Região Nordeste	1.755	13,1	5,87	R\$ 6.355.481,17
Região Sudeste	13.420	9,5	5,98	R\$ 49.605.675,58
Região Sul	10.119	9,4	4,08	R\$ 32.504.387,60
Região Centro-Oeste	1.564	17,1	5,31	R\$ 5.474.996,72
Total	27.086	10,2	5,24	R\$ 94.614.711,94

Fonte: Ministério da Saúde. Sistemas de Informações Hospitalares do SUS (SIH/SUS).

mortalidade (7,89%), seguida pela Região Sudeste (5,98%), Região Nordeste (5,87%), Região Centro-Oeste (5,31%) e Região Sul (4,08%).

Por último, ao fazer o cálculo da taxa de internação para realização dos procedimentos abertos em caráter de urgência, conforme mostrado na Figura 2, observou-se uma tendência não estacionária ($p < 0,05$) e decrescente ($b < 0$) no Brasil, durante o período analisado. Já a Figura 3 mostra as taxas de internação em caráter de urgência a cada ano distribuídas nas diferentes regiões do país.

Em relação aos procedimentos endovasculares, conforme a Tabela 3, foram realizadas, entre 2010 e 2020, 56.132 internações no território brasileiro, com um custo total de R\$ 239.374.811,23.

As Regiões Sudeste e Sul foram responsáveis pela maior parte dos procedimentos do país (80,7%), enquanto a Região Norte concentrou apenas 1,2% das angioplastias realizadas.

Nas internações para os procedimentos endovasculares, a média de permanência hospitalar no Brasil foi de 5,3 dias, sendo maior na Região Centro-Oeste (9,1 dias), e menor na Região Sudeste (4,2 dias).

Ao contrário das cirurgias abertas, o cálculo da taxa de internação para as revascularizações endovasculares em caráter de urgência, conforme demonstrado na Figura 4, mostrou uma tendência não estacionária ($p < 0,05$) e crescente ($b > 0$) no Brasil,

durante o período de 2010 a 2020. A Figura 5 mostra as respectivas taxas de internação distribuídas nas diferentes regiões do país.

A taxa de mortalidade hospitalar relativa aos procedimentos endovasculares no período estipulado foi de 1,56%. A Região Norte apresentou maior taxa de mortalidade hospitalar (3,52%), enquanto a Região Sul mostrou a menor taxa (1,41%) nesse mesmo período.

A Figura 6 mostra um comparativo entre as taxas de mortalidade hospitalar dos procedimentos cirúrgicos convencionais e endovasculares realizados no Brasil.

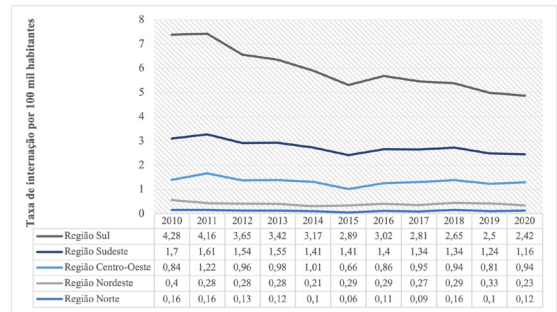


Figura 3. Distribuição das taxas de internação para revascularizações abertas realizadas em caráter de urgência nas diferentes regiões do Brasil, durante o período de 2010 a 2020.

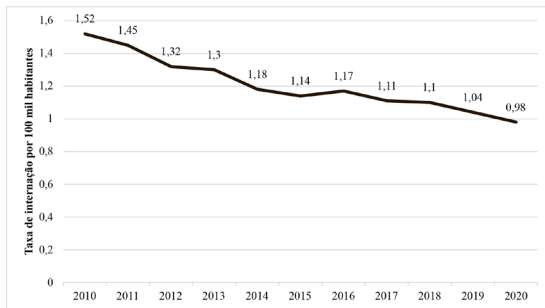


Figura 2. Taxas de internação para revascularizações abertas realizadas em caráter de urgência no Brasil durante o período de 2010 a 2020.

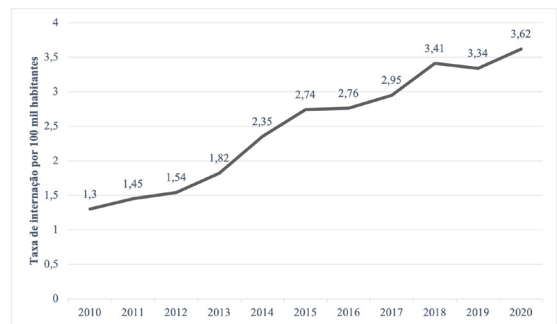


Figura 4. Taxas de internação para revascularizações endovasculares realizadas em caráter de urgência no Brasil, durante o período de 2010 a 2020.

Tabela 3. Número de internações, tempo médio de permanência hospitalar, taxa de mortalidade e valor total gasto em relação às cirurgias endovasculares realizadas em caráter de urgência por regiões do país, durante o período de 2010 a 2020.

Região	Internações	Média de permanência (dias)	Taxa de mortalidade (%)	Valor total (reais)
Região Norte	653	8,9	3,52	R\$ 2.487.696,56
Região Nordeste	7.787	7,5	1,81	R\$ 28.307.551,09
Região Sudeste	23.128	4,2	1,47	R\$ 102.840.448,66
Região Sul	22.195	5,1	1,41	R\$ 94.675.585,55
Região Centro-Oeste	2.369	9,1	2,57	R\$ 11.063.529,37
Total	56.132	5,3	1,56	R\$ 239.374.811,23

Fonte: Ministério da Saúde. Sistemas de Informações Hospitalares do SUS (SIH/SUS).

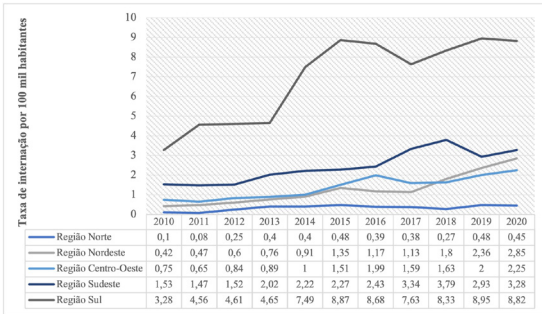


Figura 5. Distribuição das taxas de internação para revascularizações endovasculares realizadas em caráter de urgência nas diferentes regiões do Brasil, durante o período de 2010 a 2020.

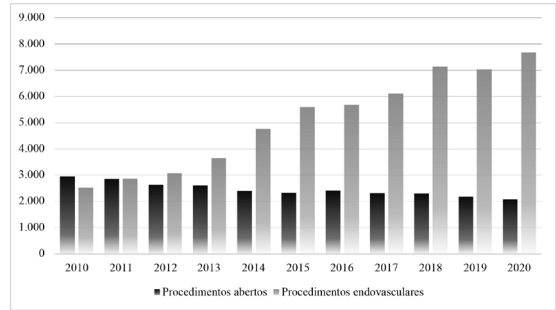


Figura 7. Distribuição da quantidade de Revascularizações abertas e endovasculares realizadas em caráter de atendimento de urgência no Brasil, durante o período de 2010 a 2020.

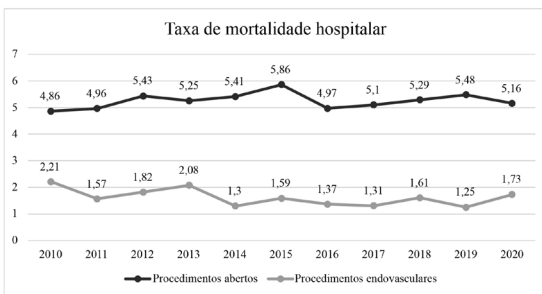


Figura 6. Taxas de mortalidade das revascularizações abertas e endovasculares realizadas em caráter de urgência no Brasil, durante o período de 2010 a 2020.

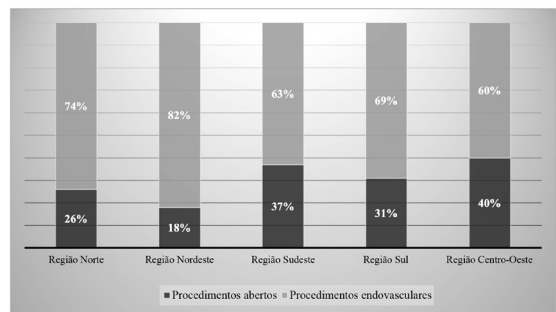


Figura 8. Relação em percentual (%) dos procedimentos abertos e endovasculares em cada região brasileira, durante o período de 2010 a 2020.

Ambas as taxas apresentaram tendência estacionária ($p > 0,05$) no decorrer do tempo; porém, a taxa de mortalidade hospitalar dos procedimentos abertos foi superior à taxa dos procedimentos endovasculares.

Adicionalmente, a Figura 7 mostra a relação anual do número de revascularizações abertas e endovasculares no Brasil durante o período estipulado.

Finalmente, a Figura 8 traz a relação percentual da quantidade de procedimentos abertos e endovasculares realizados por cada região brasileira, mostrando que a Região Nordeste foi a que apresentou maior proporção de cirurgias realizadas pela técnica endovascular (82%) quando comparada às técnicas convencionais (18%), seguida pela Região Norte (74% versus 26%), Região Sul (69% versus 31%), Região Sudeste (63% versus 37%) e, por último, a Região Centro-Oeste (60% versus 40%).

DISCUSSÃO

A isquemia crítica está associada a menor expectativa de vida, redução significativa na deambulação e alta probabilidade de perda do membro. As abordagens cirúrgicas para o seu tratamento consistem em cirurgia endovascular, cirurgia aberta, procedimentos combinados

ou híbridos e amputações maiores. Entre elas, a técnica endovascular tem sido largamente utilizada, devido à sua segurança, eficiência e confiabilidade^{8,10}.

Ao avaliar a quantidade de revascularizações abertas e endovasculares realizadas no Brasil entre 2010 e 2020, o presente estudo mostrou uma superioridade no número de internações para realização da técnica percutânea, com um valor cerca de duas vezes maior das cirurgias endovasculares em relação às cirurgias abertas (56.132 versus 27.086, respectivamente).

Na análise temporal da taxa de internação para os procedimentos abertos, observou-se uma tendência decrescente, enquanto, nos procedimentos endovasculares, essa tendência foi crescente em todo o território brasileiro, durante o período analisado.

De forma semelhante, alguns estudos mostraram que, de 1996 a 2006, houve um aumento de três vezes no número de procedimentos endovasculares para isquemia crítica, com uma redução de 42% no número de procedimentos abertos. Outros dados mostraram que, de 2001 a 2011, houve um aumento no percentual de tratamentos endovasculares de 13,4% para 27,4%⁹.

Além disso, os dados deste estudo mostraram uma distribuição desigual entre as diferentes regiões do país.

A Região Sul foi a que apresentou as maiores taxas de internação, e a Região Norte concentrou as menores taxas de internação para realização de intervenções cirúrgicas e endovasculares no território brasileiro.

Avaliando a relação percentual dos procedimentos abertos e endovasculares, os resultados mostraram maior proporção de cirurgias endovasculares em relação às abertas em todas as regiões brasileiras, sendo a Região Nordeste a que apresentou a maior proporção (82% *versus* 18%), enquanto a Região Centro-Oeste foi a que demonstrou um menor número de cirurgias endovasculares em relação às revascularizações abertas (60% *versus* 40%).

Consoante a isso, um estudo avaliando pacientes internados com isquemia crítica entre 2003 e 2011 mostrou uma redução significativa na proporção de pacientes submetidos a revascularização cirúrgica (13,9% em 2003 para 8,8% em 2011), acompanhada de um aumento correspondente de revascularização endovascular no mesmo período (5,1% em 2003 para 11,0% em 2011). Outro estudo realizado em território brasileiro mostrou uma mudança significativa na proporção das modalidades de tratamento para doença arterial periférica ao longo dos anos de 2008, 2010 e 2012, com um aumento de 57% dos procedimentos endovasculares e uma redução de 9,8% em relação ao tratamento clínico, enquanto a abordagem cirúrgica convencional permaneceu estável^{11,12}.

O manejo da doença arterial periférica traz custos ao sistema de saúde. O presente estudo mostrou que, no período analisado, foram gastos R\$ 333.989.523,17 no Brasil com internações para realização de revascularizações abertas e endovasculares, o equivalente a 0,75% do valor total gasto com internações para procedimentos cirúrgicos em caráter de urgência no mesmo período.

Nascimento et al.¹² demonstraram que o custo total do tratamento de DAOP para o sistema público de saúde aumentou em 37% de 2008 a 2012, com acentuado aumento dos custos relativos aos procedimentos endovasculares (92%), quando comparado ao incremento nos custos das cirurgias convencionais (11%) e do tratamento clínico (30%).

Comparando os dois procedimentos, no presente estudo, o custo total das internações endovasculares foi cerca de 2,5 vezes maior em relação às revascularizações abertas. Esse dado está principalmente relacionado ao incremento no número de procedimentos endovasculares durante o período analisado (aproximadamente o dobro de internações registradas). Porém, é importante levar em consideração o maior custo do material utilizado na técnica percutânea, muitas vezes necessitando de importação, além da impossibilidade de avaliação das reintervenções no banco de dados disponível para este estudo.

Alguns estudos mostram menor patência e maior possibilidade de reintervenções nos pacientes submetidos aos procedimentos endovasculares, o que pode contrabalancear indiretamente os custos proporcionais dos procedimentos endovasculares e abertos ao longo do tempo^{12,13}.

Além disso, é importante destacar que o valor total gasto relatado pela base de dados deve ser considerado como o valor aprovado da produção e não obrigatoriamente corresponde ao valor repassado aos estabelecimentos de saúde, uma vez que, dependendo da situação, as unidades recebem recursos orçamentários, ou pode haver retenções e pagamentos de incentivos, não apresentados nos dados do estudo.

Ademais, nas internações para realização de revascularizações abertas, a média de permanência hospitalar foi de 10,2 dias, enquanto o tempo médio de internação nos procedimentos endovasculares foi de 5,3 dias.

Foi realizado um estudo multicêntrico entre os anos de 2013 e 2016 para avaliar as diferentes estratégias de tratamento dos pacientes admitidos com DAOP, o qual mostrou que o tempo de internação total foi significativamente menor para procedimentos endovasculares quando comparados a cirurgias abertas (3,4 *versus* 10 dias, respectivamente). Além disso, encontrou-se que o custo ajustado de realizar um procedimento endovascular e da permanência hospitalar foi 42,3% menor que o custo de revascularização aberta e 57,3% menor que o custo associado à realização de amputação maior, devido ao menor tempo de internação e à menor utilização de serviços das unidades de terapia intensiva observados nos procedimentos endovasculares¹⁴.

Analisando a mortalidade hospitalar relativa aos procedimentos, observou-se, no presente estudo, uma taxa de 5,24% nas internações para revascularizações abertas, enquanto a taxa de mortalidade hospitalar dos procedimentos endovasculares foi de apenas 1,56% no Brasil, durante o período analisado.

Tang et al.¹⁰ realizaram uma metanálise comparando os dois tipos de procedimentos nos pacientes com DAOP e demonstraram uma taxa de mortalidade geral significativamente maior nos procedimentos abertos quando comparados aos endovasculares (10,86% *versus* 7,54%, respectivamente), além de menor tempo de internação hospitalar, menores taxas de complicações (9,48% *versus* 13,60%) e menor taxa de amputação (12,49% *versus* 18,28%) nos pacientes submetidos a cirurgia endovascular quando comparados aos submetidos a técnica convencional. Entretanto, não houve diferença estatisticamente significativa em relação às taxas de sobrevida ou de

salvamento do membro após 30 dias, 1 ano e 3 anos de acompanhamento.

Comparada à cirurgia aberta, Agarwal et. al. mostraram que a técnica endovascular foi associada a uma redução significativa de mortalidade intra-hospitalar (2,34% versus 2,73%, $p < 0,001$), além de diminuição do tempo de internação (8,7 versus 10,7 dias, $p < 0,001$) e dos custos da hospitalização (\$31,679 versus \$32,485, $p < 0,001$), apesar de ambas técnicas apresentarem taxas de amputação maior semelhantes (6,5% versus 5,7%, $p = 0,75$)¹¹.

Excelentes taxas de salvamento do membro e baixa morbimortalidade perioperatória têm sido reportadas com a expansão do tratamento endovascular. Entretanto, questões quanto à durabilidade, custos e aplicação também têm sido levantadas¹⁵.

Embora os procedimentos endovasculares sejam considerados menos caros a curto prazo, a comparação a longo prazo entre os procedimentos percutâneos e as revascularizações abertas quanto aos custos e resultados centrados no paciente ainda permanece incerta¹⁶.

Até o momento, o estudo BASIL é o único estudo prospectivo, randomizado e controlado já completo que comparou as técnicas endovasculares com revascularização cirúrgica em pacientes com isquemia crítica. Esse ensaio avaliou 452 pacientes com um seguimento de 3 anos, não encontrando diferença no desfecho primário de sobrevida livre de amputação entre os dois grupos (57% na cirurgia aberta versus 52% endovascular). Também não foi encontrada diferença significativa em relação aos custos e à qualidade de vida a longo prazo. Entretanto, esse estudo apresentou várias limitações, uma vez que avaliou apenas as terapias de angioplastia intraluminal, excluindo outras tecnologias, como colocação de stents, além de não descrever a influência do padrão das lesões arteriais^{15,17,18}.

As ferramentas modernas da terapia endovascular são mais sofisticadas do que as do passado, e não há dúvida de que os custos têm aumentado com a nova geração de fio-guias, balões, stents farmacológicos e outros materiais mais modernos. Embora a nova tecnologia tenha o potencial de melhorar o sucesso técnico e a durabilidade, existe um custo financeiro que deve ser levado em consideração¹⁴.

O persistente equilíbrio clínico, em combinação com a escassez de dados de eficácia comparativa para guiar o tratamento da isquemia crítica, tem levado a um esforço multidisciplinar para organizar um novo ensaio prospectivo, randomizado, controlado e multicêntrico, desenhado para comparar a eficácia do tratamento, resultados, qualidade de vida e custos dos pacientes com isquemia crítica do membro

submetidos a revascularização aberta ou endovascular (*Best Endovascular versus Best Surgical Therapy – BEST-CLI trial*). O ensaio clínico atualmente está em desenvolvimento, e espera-se que seus resultados guiem os cirurgiões no manejo dos pacientes com isquemia crítica^{9,15}.

Por fim, os dados apresentados no presente estudo foram extraídos de um banco de dados nacional que inclui apenas os procedimentos realizados no sistema público de saúde, apresentando como limitações os erros e as imprecisões inerentes a um registro público e a não inclusão dos dados da saúde suplementar do Brasil. Sendo assim, os resultados não devem ser extrapolados para toda a população brasileira, devido às diferenças socioeconômicas e culturais entre as populações dependentes de saúde pública e suplementar.

Assim, os resultados obtidos estão relacionados à população brasileira dependente do SUS, não sendo possível definir a porcentagem exata da amostra brasileira avaliada no estudo, e com a possibilidade de que as diferentes regiões do país apresentem números distintos de população dependente de saúde pública, o que pode interferir na análise dos dados.

Além disso, o número de reintervenções, ou seja, procedimentos realizados de forma repetida em um mesmo paciente, não foi possível de ser filtrado no registro. Outras limitações do estudo consistiram na indisponibilidade de dados a respeito da taxa de salvamento do membro em cada técnica utilizada e da impossibilidade de diferenciar os procedimentos realizados após trauma ou embolia arterial aguda daqueles por DAOP.

CONCLUSÃO

O presente estudo mostrou que, entre 2010 e 2020, houve uma predominância de revascularizações endovasculares no sistema público de saúde e em caráter de urgência em todas as regiões do Brasil.

No transcórrer do tempo analisado, observou-se uma tendência decrescente para os procedimentos abertos e uma tendência crescente para as intervenções endovasculares. Além disso, as internações para revascularizações endovasculares apresentaram menor tempo de internação hospitalar e menor taxa de mortalidade hospitalar quando comparadas às internações para revascularizações abertas.

REFERÊNCIAS

1. Presti C, Miranda F Jr, Casella IB, Luccia N, Covre MR. Doença arterial periférica obstrutiva de membros inferiores: diagnóstico e tratamento. Projeto Diretrizes SBACV. São Paulo: SBACV; 2015.

2. Nunes JLB, Araújo JS Fo, Silvano AM No, et al. Doença arterial oclusiva periférica de membros inferiores em hospitais públicos de Salvador: perfil dos pacientes e do atendimento. *J Vasc Bras.* 2002;1(3):201-6.
3. Fowkes FGR, Aboyans V, Fowkes FJL, McDermott MM, Sampson UKA, Criqui MH. Peripheral artery disease: epidemiology and global perspectives. *Nat Rev Cardiol.* 2017;14(3):156-70. <http://dx.doi.org/10.1038/nrcardio.2016.179>. PMID:27853158.
4. Barnes JA, Eid MA, Creager MA, Goodney PP. Epidemiology and risk of amputation in patients with diabetes mellitus and peripheral artery disease. *Arterioscler Thromb Vasc Biol.* 2020;40(8):1808-17. <http://dx.doi.org/10.1161/ATVBAHA.120.314595>. PMID:32580632.
5. Maffei FHA, Yoshida WB, Rollo HA, et al. Doenças vasculares periféricas. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2016.
6. Sidawy AN, Perler BA, Rutherford RB. Rutherford's vascular surgery and endovascular therapy. 9th ed. Philadelphia: Elsevier; 2019.
7. Burihan MC, Campos W Jr, editores. Consenso e atualização no tratamento da doença arterial obstrutiva periférica. 1. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2019.
8. Conte MS, Bradbury AW, Kolh P, et al. Global vascular guidelines on the management of chronic limb-threatening ischemia. *J Vasc Surg.* 2019;69(6S):3S-125S.e40. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvs.2019.02.016>. PMID:31159978.
9. Dua A, Lee CJ. Epidemiology of peripheral arterial disease and critical limb ischemia. *Tech Vasc Interv Radiol.* 2016;19(2):91-5. <http://dx.doi.org/10.1053/j.tvir.2016.04.001>. PMID:27423989.
10. Tang QH, Chen J, Hu CF, Zhang XL. Comparison between endovascular and open surgery for the treatment of peripheral artery diseases: a meta-analysis. *Ann Vasc Surg.* 2020;62:484-95. <http://dx.doi.org/10.1016/j.avsg.2019.06.039>. PMID:31476425.
11. Agarwal S, Sud K, Shishebor MH. Nationwide trends of hospital admission and outcomes among critical limb ischemia patients: from 2003-2011. *J Am Coll Cardiol.* 2016;67(16):1901-13. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jacc.2016.02.040>. PMID:27012780.
12. Nascimento BR, Brant LCC, Lana MLL, Lopes ELV, Ribeiro ALP. Trends in procedure type, morbidity and in-hospital outcomes of patients with peripheral artery disease: data from the Brazilian Public Health System. *Ann Vasc Surg.* 2016;31:143-51. <http://dx.doi.org/10.1016/j.avsg.2015.08.019>. PMID:26616503.
13. Stoner MC, Defreitas DJ, Manwaring MM, Carter JJ, Parker FM, Powell CS. Cost per day of patency: understanding the impact of patency and reintervention in a sustainable model of healthcare. *J Vasc Surg.* 2008;48(6):1489-96. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvs.2008.07.003>. PMID:18829227.
14. Tang L, Paravastu SCV, Thomas SD, Tan E, Farmer E, Varcoe RL. Cost analysis of initial treatment with endovascular revascularization, open surgery, or primary major amputation in patients with peripheral artery disease. *J Endovasc Ther.* 2018;25(4):504-11. <http://dx.doi.org/10.1177/1526602818774786>. PMID:29756521.
15. Farber A, Rosenfield K, Siami FS, Strong M, Menard M. The BEST-CLI trial is nearing the finish line and promises to be worth the wait. *J Vasc Surg.* 2019;69(2):470-481.e2. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvs.2018.05.255>. PMID:30683195.
16. Moriarty JP, Murad MH, Shah ND, et al. A systematic review of lower extremity arterial revascularization economic analyses. *J Vasc Surg.* 2011;54(4):1131-1144.e1. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvs.2011.04.058>. PMID:21971093.
17. Adam DJ, Beard JD, Cleveland T, et al. Bypass versus angioplasty in severe ischaemia of the leg (BASIL): multicentre, randomized controlled trial. *Lancet.* 2005;366(9501):1925-34. [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(05\)67704-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(05)67704-5). PMID:16325694.
18. Bradbury AW, Adam DJ, Bell J, et al. Bypass versus Angioplasty in Severe Ischaemia of the Leg (BASIL) trial: analysis of amputation free and overall survival by treatment received. *J Vasc Surg.* 2010;51(5, Supl.):18S-31S. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvs.2010.01.074>. PMID:20435259.

Correspondência

Thaís Rodrigues Magalhães
 Rua S 3, 419, Residencial Novitá, ap. 1803 - Setor Bela Vista
 CEP 74823-440 - Goiânia (GO), Brasil
 Tel.: (62) 99118-8480
 E-mail: med.thaisrodrigues@gmail.com

Informações sobre os autores

TRM, RMS, PRAM e RTSL - Residentes de Cirurgia Vascular, Hospital Geral de Goiânia Dr. Alberto Rassi (HGG).
 DCMF, HN e AVA - Preceptores, Departamento de Cirurgia Vascular, Hospital Geral de Goiânia Dr. Alberto Rassi (HGG).
 RG - Preceptor-chefe, Departamento de Cirurgia Vascular, Hospital Geral de Goiânia Dr. Alberto Rassi (HGG).

Contribuições dos autores

Concepção e desenho do estudo: TRM, DCMF
 Análise e interpretação dos dados: TRM, DCMF
 Coleta de dados: TRM, DCMF
 Redação do artigo: TRM, DCMF, RG
 Revisão crítica do texto: TRM, DCMF, RG, HN, AVA, RMS, PRAM, RTSL
 Aprovação final do artigo*: TRM, DCMF, RG, HN, AVA, RMS, PRAM, RTSL
 Análise estatística: TRM, DCMF
 Responsabilidade geral pelo estudo: TRM, DCMF, RG, HN, AVA, RMS, PRAM, RTSL

*Todos os autores leram e aprovaram a versão final submetida ao *J Vasc Bras.*