



# **EVOLUÇÃO DO INFARTO AGUDO DO MIOCÁRDIO ENTRE 2008 E 2022**

---

Bernardo Rangel Tura <sup>1</sup>

*<sup>1</sup>Instituto Nacional de Cardiologia, Rio de Janeiro, RJ, Brasil*

## INTRODUÇÃO

O presente documento tem por objetivo analisar a evolução temporal das internações por Infarto Agudo do Miocárdio (IAM) no período de 2008 até 2022, sendo objeto de análise da dinâmica desta evolução os efeitos das estações e da epidemia de Covid-19.

## MÉTODOS

### Tipo de estudo

Trata-se de um estudo observacional com a unidade de análise sendo a internação.

### Origem dos dados

Por se tratar de informações quanto à natureza das internações hospitalares, utilizamos os dados do Sistema de Internação Hospitalar (1).

### Seleção das internações

Foram incluídas, nesse relatório, as internações nas quais o motivo de internação principal tenha sido um dos códigos da décima versão da Classificação Internacional das Doenças (2) com os trigramas "I21" e "I22". O termo infarto recorrente foi incluído, mesmo sendo pouco utilizado. O período pesquisado foi de 01/01/2008 até 31/12/2022.

### Variáveis selecionadas

Para a produção desse relatório foi criada uma base de dados com as seguintes variáveis:

- Data de internação
- Unidade da federação
- Idade em anos
- Sexo
- Ocorrência do óbito durante a internação
- 

### Análises realizadas

O estudo irá apresentar a estatística descritiva com o número de ocorrências de internação por IAM no Brasil com estratificação por sexo, unidade da federação e idade em duas categorias, até 40 anos e mais de 40 anos. Também foi realizado um estudo da série temporal dessas internações com objetivo de analisar a sazonalidade para a qual utilizamos o modelo ARIMA (3). Para estimar o efeito da epidemia de Covid-19 no número de internações no período de março de 2020 até dezembro de 2022 utilizamos a suavização de Kalman (4) no modelo ARIMA criado e imputamos os valores que deveriam ocorrer se não tivesse ocorrido a epidemia de Covid-19.

### Programas

A análise foi realizada com o software R versão 4.3.1 (5) e os pacotes Read.dbc versão 1.0.5(6), Parallel versão 1.0.17(7), Tidyverse versão 2.0.0 (8), ImputeTS versão 3.3 (9) e Rmarkdown versão 2.22 (10).

## RESULTADOS

### Descrição inicial

Durante o período de 2008 a 2022 ocorreram 1.591.562 internações, sendo que 36.5% eram mulheres; a idade média  $\pm$  desvio padrão foi de  $62,6 \pm 13$  anos, sendo que para as mulheres foi de  $64,8 \pm 13,2$  anos e para os homens, de  $61,4 \pm 12,7$  anos.

### Evolução da idade no tempo

Nos 15 anos avaliados nesse relatório, a idade média das pessoas internadas por IAM aumentou 1,7 anos. Este valor é menor que a elevação da idade média da população brasileira, segundo o IBGE, entre 2010 (29,2 anos) e 2022 (32,6 anos) (11). Na tabela abaixo (Tabela 1) podemos ver que essa evolução é gradual, o que nos leva a considerar que eventos externos tiveram pouca influência nessa dinâmica.

Tabela 1: Idade média e intervalo de 95% de confiança dos internados por IAM por ano

Ano	Idade média	Limite inferior	Limite superior
2008	61,6	35	86
2009	61,7	36	86
2010	61,8	36	86
2011	61,9	36	87
2012	62,1	36	86
2013	62,3	36	87
2014	62,4	37	87
2015	62,5	36	87
2016	62,7	37	87
2017	62,8	37	87
2018	62,9	37	87
2019	63,0	37	87
2020	62,9	37	86
2021	63,0	37	87
2022	63,3	37	87

Fonte: SIH, Brasil.

### Infarto em pacientes jovens

Não há uma idade formal para definir um paciente jovem para o infarto agudo do miocárdio, porém a maior parte dos artigos utilizam a idade entre 40 a 45 anos (12). Para esse relatório optamos por utilizar o ponto de corte de 40 anos.

Na tabela abaixo (Tabela 2) podemos ver que apesar do número de internações com pessoas com até 40 anos estar aumentando, a proporção destas não apresentou mudanças significativas.

Tabela 2: Internações de jovens nas internações por IAM por ano

Ano	Internações	Proporção
2008	3.161	5,2
2009	3.254	4,9
2010	3.434	4,7
2011	3.697	4,7
2012	3.828	4,6
2013	3.870	4,6
2014	4.051	4,4
2015	4.381	4,4
2016	4.352	4,1
2017	4.652	4,2
2018	4.722	4,0
2019	5.287	4,1
2020	5.310	4,1
2021	5.889	4,3
2022	6.505	4,1

Fonte: SIH, Brasil.

### Proporção do sexo feminino no tempo

Diferente da idade, não houve uma mudança na proporção do sexo feminino no passar dos anos, como pode ser observado na tabela abaixo (Tabela 3).

Tabela 3: Proporção de mulheres nas internações por IAM por ano

Ano	Porcentagem das mulheres
2008	36,6
2009	36,9
2010	36,4
2011	36,5
2012	36,6
2013	36,5
2014	36,6
2015	36,6
2016	36,5
2017	36,5
2018	36,3
2019	36,5
2020	35,9
2021	36,4
2022	36,4

Fonte: SIH, Brasil.

### Análise da série temporal

A evolução do número de internações deve ser entendida como uma série temporal e analisada dessa forma. Para tal utilizaremos a técnica conhecida como ARIMA (3).

### Descrição da série temporal

Analizamos o número internações por intervalos mensais em vez de diários para evitar uma variabilidade excessiva das medidas que poderia causar uma dificuldade na interpretação das mesmas. Na tabela abaixo (Tabela 4) está expressa a série temporal resultante.

Tabela 4: Infarto agudo do miocárdio por mês e ano

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2008	3.052	4.821	5.015	4.687	5.051	5.645	5.800	5.540	5.638	5.591	4.825	5.112
2009	5.348	5.176	5.584	5.247	5.732	5.486	5.863	5.705	5.773	5.899	5.799	5.382
2010	5.888	5.540	5.732	5.836	5.952	5.930	6.299	6.372	6.414	6.289	6.446	6.346
2011	6.304	6.008	6.424	6.122	6.425	6.272	7.179	6.950	6.817	6.788	6.803	6.723
2012	6.685	6.557	6.988	6.788	6.938	7.052	7.140	7.305	7.036	6.979	6.803	6.438
2013	7.042	6.618	6.640	6.748	7.083	6.737	7.172	7.529	7.361	7.447	7.448	6.986
2014	7.473	6.938	6.778	7.273	7.788	7.725	8.102	8.336	8.078	8.196	7.917	7.537
2015	8.132	7.882	7.882	7.817	8.010	8.433	8.662	8.687	8.380	8.549	8.328	8.060
2016	8.666	8.195	8.565	8.361	8.566	8.906	9.094	9.260	9.083	8.933	8.931	8.766
2017	9.205	8.354	8.837	8.350	9.225	8.899	9.283	9.484	9.756	9.561	9.574	9.578
2018	10.048	9.091	9.730	9.208	9.514	9.400	10.091	10.306	9.967	10.173	9.545	9.685
2019	10.351	9.665	10.136	10.105	10.716	10.008	11.201	11.975	11.148	11.439	10.901	11.083
2020	11.854	10.992	11.307	9.732	9.769	9.798	10.396	10.864	10.668	11.124	10.930	10.639
2021	11.200	10.405	10.436	9.864	10.193	10.881	11.960	12.637	12.470	12.753	12.565	12.926
2022	12.334	12.010	12.835	12.362	12.747	12.923	14.187	14.246	14.250	14.222	13.633	14.079

Fonte: SIH, Brasil, 2008-2022

Para facilitar a visualização dos dados expostos na tabela, expressamos os mesmos no Gráfico 1.



Gráfico 1: Internações por Infarto agudo do miocárdio entre 2008 a 2022

Fonte: SIH, Brasil.

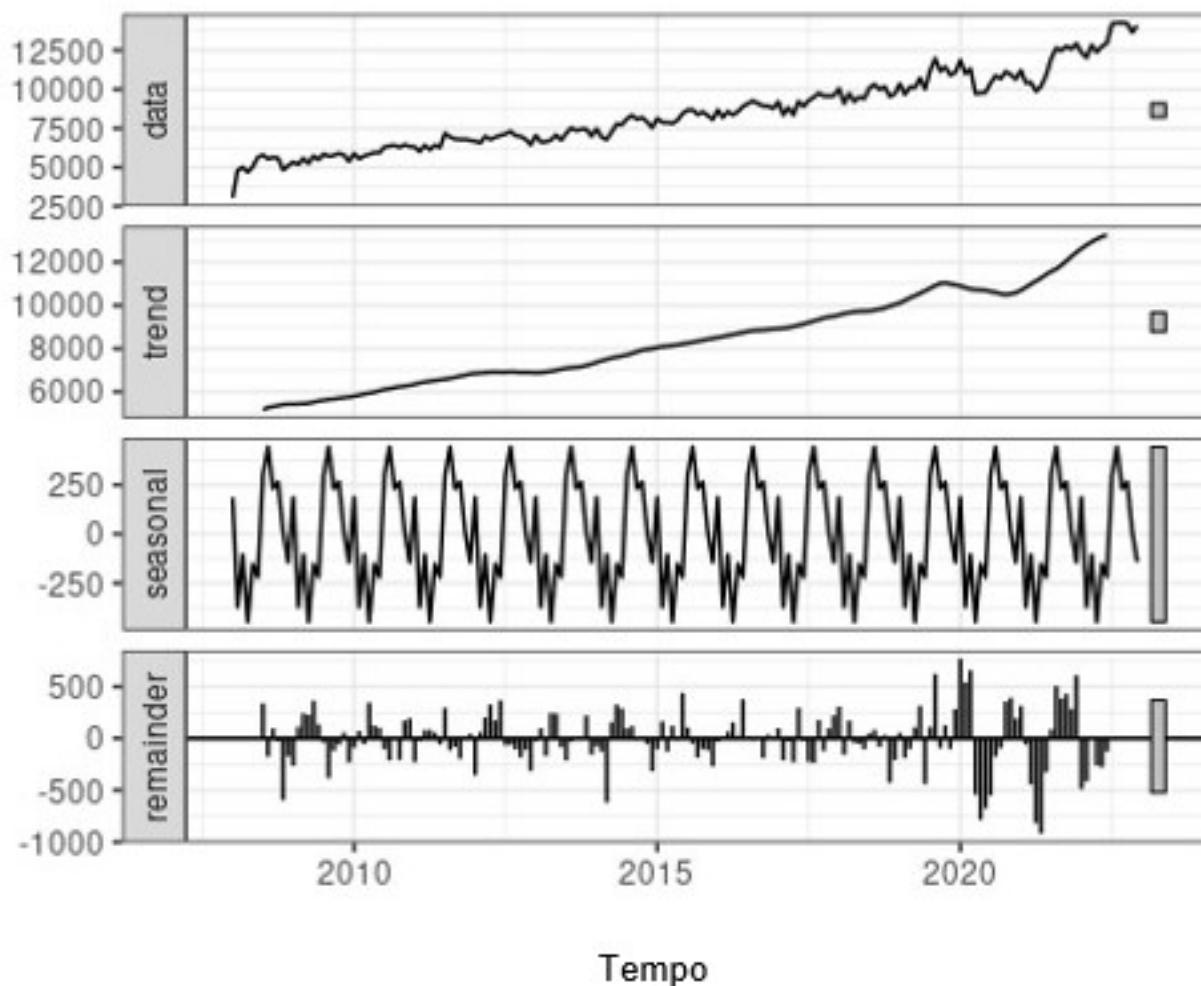
## DECOMPOSIÇÃO DA SÉRIE TEMPORAL

O estudo de uma série temporal compreende avaliar as seguintes características da mesma (13):

- Dependência temporal entre as medidas
- Estacionaridade
- Tendência
- Ruído aleatório

O modelo ARIMA (3) propõe o uso de três componentes para avaliar as três primeiras características, de forma a restar apenas o ruído aleatório, o componente auto-regressivo (AR) que estima da dependência temporal, o filtro de integração (I) que estima a estacionaridade e o componente de médias móveis (MA) que estima a tendência.

Existe ainda mais uma possível característica de uma série temporal que é a sazonalidade, definida como a repetição de um comportamento oscilatório das medidas da série temporal com uma frequência fixa. A decomposição da série está representada na figura abaixo (Figura 1).



**Figura 1:** Série temporal e seus componentes

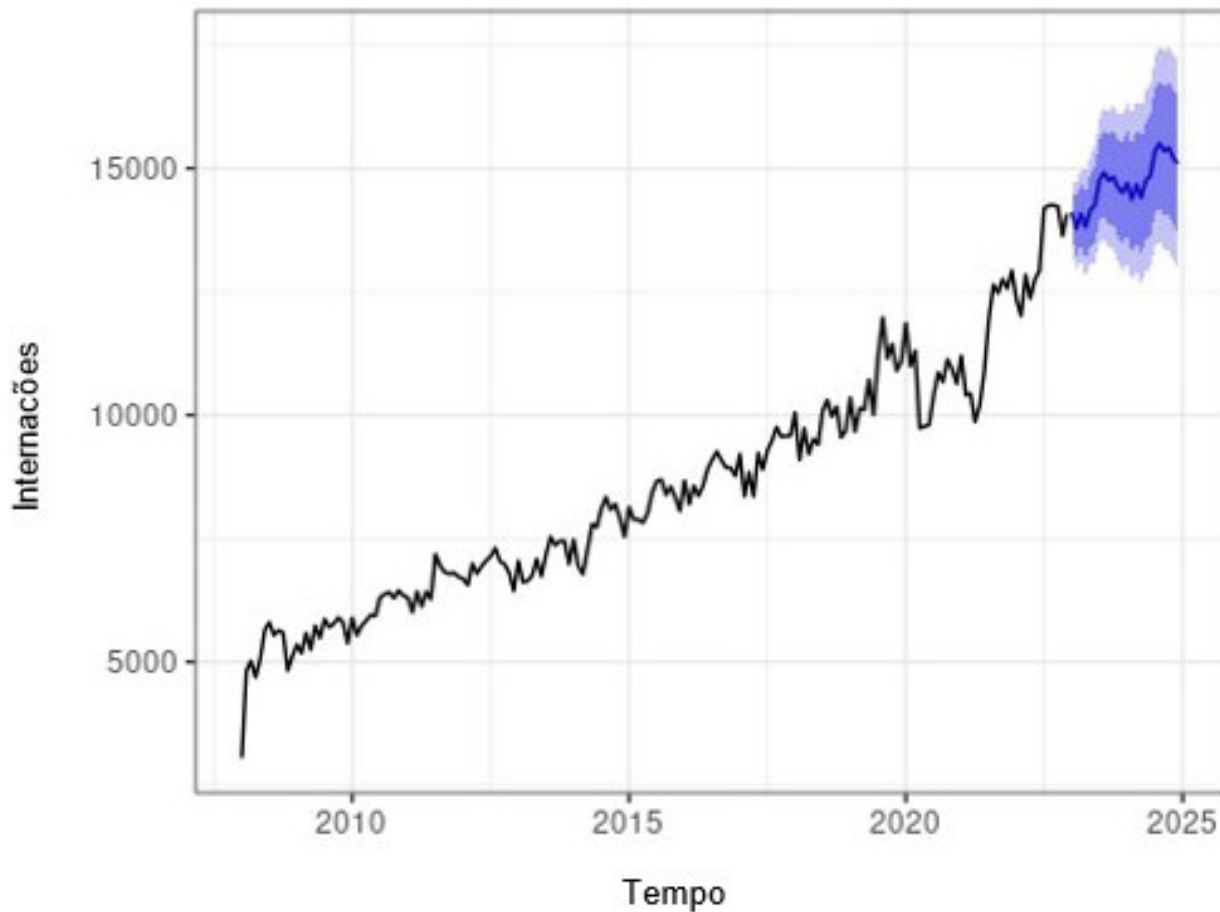
**Fonte:** SIH, Brasil, 2008-2022

**Nota:** data = dado; trend = tendência; seasonal = sazonal; remainder = restante

## MODELAGEM DA SÉRIE TEMPORAL

Após análise da série temporal, é possível determinar que a mesma é descrita como SARI-MA (1,1,0)(1,0,1)[12]. Para entender o que significa esse termo devemos analisar sua descrição em partes. O primeiro componente do modelo “(1,1,0)” é a parte não sazonal da série e informa que os dados são não estacionários (I) e que o valor do mês atual depende do mês anterior (AR); já a segunda parte do modelo “(1,0,1)[12]” refere-se a parte sazonal da série e nos mostra que há uma sazonalidade de 12 meses - ou seja anual - que é estacionária porém com duas relações importantes. A primeira é que o valor de mês atual depende do valor do mesmo mês no ano anterior e a segunda é de que há uma tendência da série que pode ser calculada com média do mesmo mês nos anos anteriores; por fim o valor “[12]” refere-se ao período da sazonalidade que, no caso, seriam 12 meses.

No gráfico abaixo (Gráfico 2) podemos ver uma previsão de 24 meses das internações por infarto a partir da série estudada:



**Gráfico 2:** Série temporal de IAM e a previsão de 24 meses posteriores

### Efeito das estações sobre as internações por IAM

Para avaliar o efeito das estações sobre o número de internações por IAM optamos por agrupar esses valores por cada estação e computar os vales e picos das mesmas, como apresentado na Tabela 5.

**Tabela 5:** Valores de vale e pico das internações por IAM por ano e estação

Ano	Estação	Vale	Pico
2008	Inverno	5.540	5.800
2008	Verão	3.052	5.015
2009	Inverno	5.705	5.863
2009	Verão	5.176	5.584



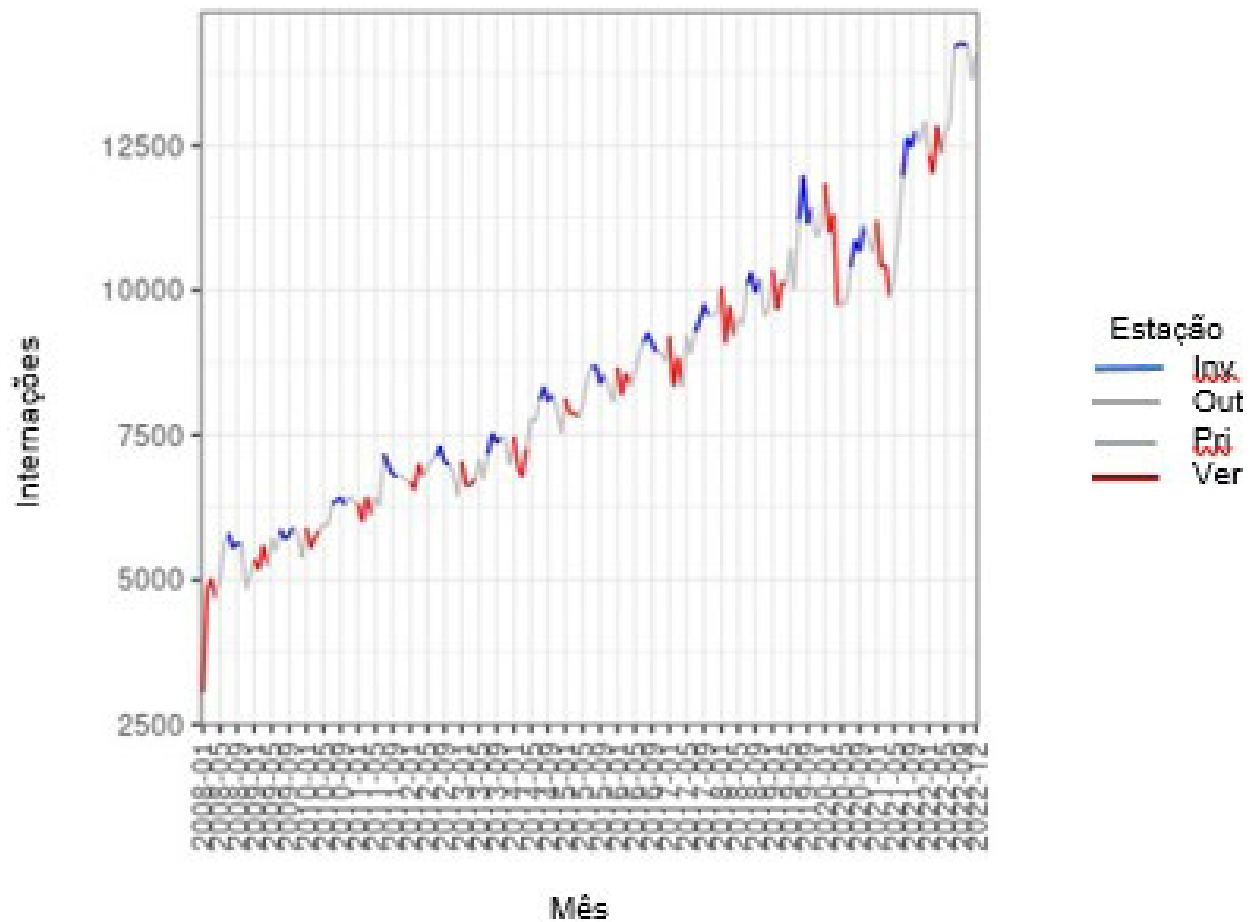
---

2010	Inverno	6.299	6.414
2010	Verão	5.540	5.888
2011	Inverno	6.817	7.179
2011	Verão	6.008	6.424
2012	Inverno	7.036	7.305
2012	Verão	6.557	6.988
2013	Inverno	7.172	7.529
2013	Verão	6.618	7.042
2014	Inverno	8.078	8.336
2014	Verão	6.778	7.473
2015	Inverno	8.380	8.687
2015	Verão	7.882	8.132
2016	Inverno	9.083	9.260
2016	Verão	8.195	8.666
2017	Inverno	9.283	9.756
2017	Verão	8.354	9.205
2018	Inverno	9.967	10.306
2018	Verão	9.091	10.048
2019	Inverno	11.148	11.975
2019	Verão	9.665	10.351
2020	Inverno	10.396	10.864
2020	Verão	10.992	11.854
2021	Inverno	11.960	12.637
2021	Verão	10.405	11.200
2022	Inverno	14.187	14.250
2022	Verão	12.010	12.835

---

Fonte: SIH, Brasil, 2008-2022

Os valores da tabela acima (Tabela 5) são expressos também no gráfico abaixo (Gráfico 3), que o inverno está colorido em azul e o verão em vermelho.



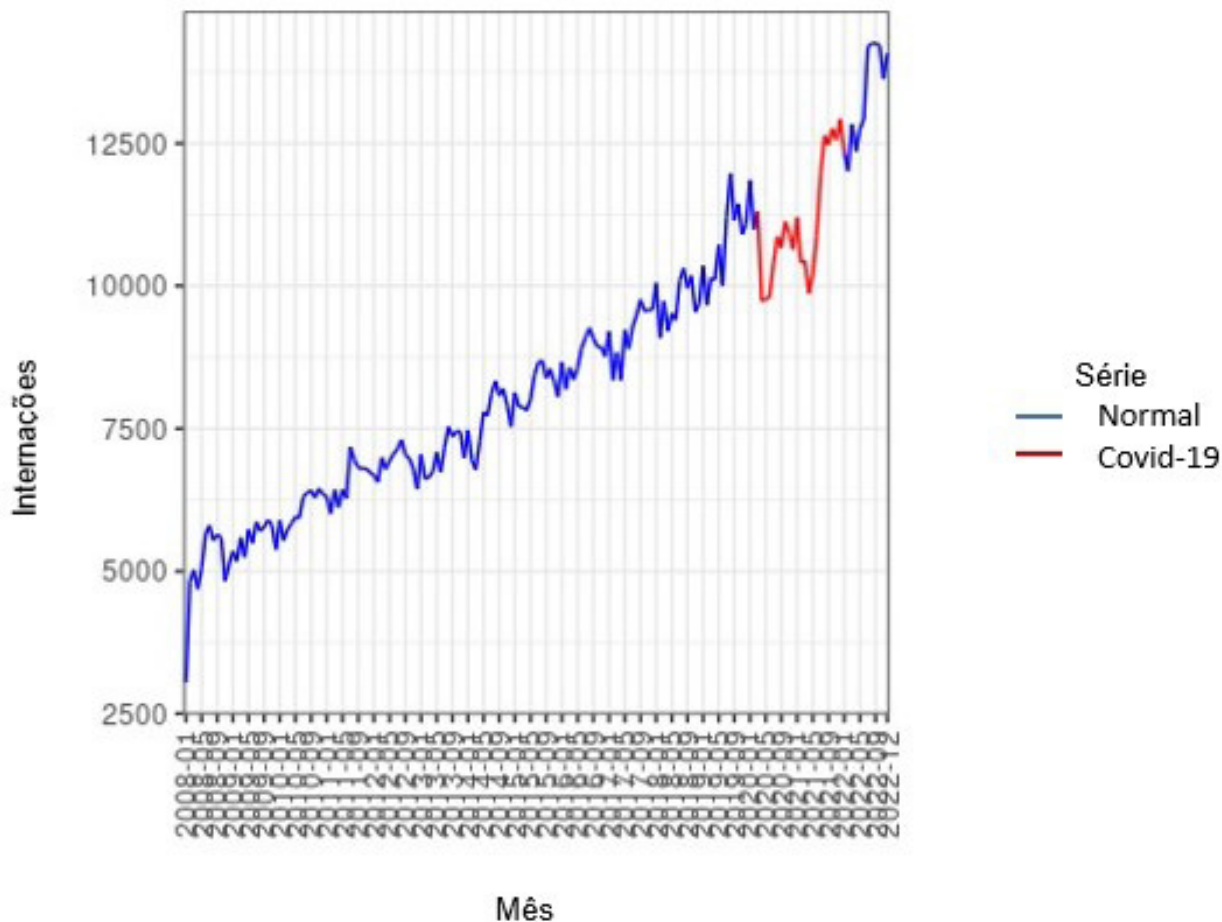
**Gráfico 3:** Série temporal de IAM com os períodos de inverno e verão assinalados

**Nota:** Inv = Inverno; Out = Outono; Pri = Primavera; Ver = Verão

### **Interferência da epidemia de covid-19 nas internações por IAM**

A partir de março de 2020 a emergência da covid-19 no Brasil levou o sistema de saúde a uma situação de sobrecarga assistencial que pode ser observada no gráfico abaixo (Gráfico 4).

Para fins deste relatório consideramos que esse período se encerra em dezembro de 2021, tendo sido essa escolha motivada pela redução do número de internação e óbitos e uma cobertura vacinal de 80% da população com 2 doses (14).



**Gráfico 4:** sobrecarga assistencial no sistema de saúde

Utilizando o modelo de série temporal já descrito nesse documento, é possível fazer uma estimativa do número de internações que deveriam ter ocorrido se a epidemia de covid-19 não existisse. Para isso utilizamos a suavização de Kalman (4) no período que consideramos que a mesma interferiu na dinâmica temporal. Com isso é possível estimar que, nesse intervalo de 22 meses, 21.777 internações deixaram de ocorrer. Os valores detalhados por mês estão descritos na tabela abaixo (Tabela 6).

**Tabela 6:** Número de internações por IAM observadas, previstas e a diferenças por mês

Mês	internações	previsão	diferença
2020-03	11.307	11.462	155
2020-04	9.732	11.295	1.563
2020-05	9.769	11.667	1.898
2020-06	9.798	11.217	1.419
2020-07	10.396	12.239	1.843

2020-08	10.864	12.650	1.786
2020-09	10.668	12.078	1.410
2020-10	11.124	12.163	1.039
2020-11	10.930	11.601	671
2020-12	10.639	11.791	1.152
2021-01	11.200	12.055	855
2021-02	10.405	11.455	1.050
2021-03	10.436	12.029	1.593
2021-04	9.864	11.687	1.823
2021-05	10.193	12.006	1.813
2021-06	10.881	11.838	957
2021-07	11.960	12.878	918
2021-08	12.637	13.063	426
2021-09	12.470	12.761	291
2021-10	12.753	12.731	-22
2021-11	12.565	12.162	-403
2021-12	12.926	12.466	-460

Fonte: SIH, Brasil, 2008-2022

## DISCUSSÃO

O presente relatório tem como objetivo mostrar a evolução temporal das internações por IAM e suas alterações. Devemos ter um especial cuidado para evitar interpretar as associações observadas como inferências causais.

A relação entre o inverno e o aumento de internações por IAM é conhecida (15). Existem algumas hipóteses para explicar essa relação como, por exemplo, a temperatura baixa (16) e infecções respiratórias (17) e devemos dedicar pesquisas para esse fenômeno.

Outro resultado interessante é a possibilidade de estimar o impacto da pandemia de Covid-19 no sistema de saúde. Além das perdas intangíveis que ocorreram na mesma, é necessário que todos os planejamentos na área da saúde considerem esse tipo de distorção em suas estimativas.

## CONFLITO DE INTERESSE

Nenhum declarado

## REFERÊNCIAS

1. Brasil. Sistema de Informações Hospitalares [Internet]. 2020 [citado 16 de Agosto de 2023]. Disponível em: [https://wiki.saude.gov.br/sih/index.php/P%C3%A1gina\\_principal](https://wiki.saude.gov.br/sih/index.php/P%C3%A1gina_principal)
2. Brasil. Morbidade Hospitalar do SUS (CID-10) Lista de Tabulação para Morbidade [Internet]. 1996 [citado 16 de Agosto de 2023]. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/sih/mxcid10lm.htm>

3. Box G, Jenkins G. Time series analysis; forecasting and control. Holden-Day; 1970.
4. Hyndman RJ, Khandakar Y. Automatic Time Series Forecasting: The forecast Package for R. Journal of Statistical Software [Internet]. 2008;27(3):1–22. Disponível em: <https://www.jstatsoft.org/index.php/jss/article/view/v027i03>
5. R Core Team. R: A Language and Environment for Statistical Computing [Internet]. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing; 2023. Disponível em: <https://www.R-project.org/>
6. Petruzalek D. read.dbc: Read Data Stored in DBC (Compressed DBF) Files [Internet]. 2016. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=read.dbc>
7. R Core Team. Support for Parallel computation in R [Internet]. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing; 2023. Disponível em: <https://www.R-project.org/>
8. Wickham H, Averick M, Bryan J, Chang W, McGowan LD, François R, et al. Welcome to the tidyverse. Journal of Open Source Software. 2019;4(43):1686.
9. Moritz S, Bartz-Beielstein T. imputeTS: Time Series Missing Value Imputation in R. The R Journal. 2017;9(1):207–18.
10. Allaire J, Xie Y, Dervieux C, McPherson J, Luraschi J, Ushey K, et al. rmarkdown: Dynamic Documents for R [Internet]. 2023. Disponível em: <https://github.com/rstudio/rmarkdown>
11. IBGE. Tabela 7360 - Indicadores implícitos na projeção da população [Internet]. [citado 17 de Agosto de 2023]. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/7360>
12. Gulati R, Behfar A, Narula J, Kanwar A, Lerman A, Cooper L, et al. Acute Myocardial Infarction in Young Individuals. Mayo Clinic Proceedings [Internet]. Janeiro de 2020;95(1):136–56. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2019.05.001>
13. Morettin PA, Toloi CMC. Análise de série temporais. Edgard Blucher; 2006.
14. FioCruz. Boletim Observatório Covid-19: semana 18 e 19 de 2022 [Internet]. 2022. Disponível em: [https://agencia.fiocruz.br/sites/agencia.fiocruz.br/files/u34/boletim\\_covid\\_2022-se18-19.pdf](https://agencia.fiocruz.br/sites/agencia.fiocruz.br/files/u34/boletim_covid_2022-se18-19.pdf)
15. Bhatia S, Bhatia S, Mears J, Dibu G, Deshmukh A. Seasonal Periodicity of Ischemic Heart Disease and Heart Failure. Heart Failure Clinics [Internet]. Outubro de 2017;13(4):681–9. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.hfc.2017.05.004>
16. Kuzmenko NV, Tsyrlin VA, Pliss MG, Galagudza MM. Seasonal dynamics of myocardial infarctions in regions with different types of a climate: a meta-analysis. The Egyptian Heart Journal [Internet]. Dezembro de 2022;74(1). Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s43044-022-00322-5>
17. Habib GL, Yousuf H, Narula J, Hofstra L. Call to action: cardiologists should promote influenza vaccination. Netherlands Heart Journal [Internet]. Outubro de 2021;29(11):545–50. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12471-021-01637-9>

---

**Autor correspondente**

Bernardo Rangel Tura  
Instituto Nacional de Cardiologia, Rio de Janeiro, RJ, Brasil  
E-mail: brtura@gmail.com

---

Enviado para submissão:  
07 de Novembro, 2023

---

Aceito após revisão:  
05 de Dezembro, 2023

---

Publicado no Fluxo Contínuo:  
20 de Janeiro, 2024

 **Bernardo Rangel Tura**  
<https://orcid.org/0000-0002-6890-0705>