

( x ) Graduação ( ) Pós-Graduação

## PREVISÃO DA TAXA DE MORTALIDADE INFANTIL NO CEARÁ NO PERÍODO DE 2001 A 2022

**Manoel Alexandre de Lucena**  
Universidade Federal do Cariri (UFCA)  
manoel.alexandre@aluno.ufca.edu.br

**Marcos Antonio Carvalho Alves de Sousa Júnior**  
Universidade Regional do Cariri (URCA)  
marcoss.antonio@urca.br

**Eliane Pinheiro de Sousa**  
Universidade Regional do Cariri (URCA)  
pinheiroeliane@hotmail.com

### RESUMO

A Taxa de Mortalidade Infantil (TMI) é um indicador crucial do bem-estar e do desenvolvimento socioeconômico de uma localidade. Segundo evidências empíricas, o Ceará vem conquistando redução da TMI ao longo do tempo. Nesse contexto, também se faz necessário analisar a trajetória histórica desse indicador a fim de fazer previsões. Assim, este trabalho objetiva modelar e prever a TMI do Ceará de 2001 a 2022 utilizando modelos *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA), que se refere à abordagem tradicional de previsão de séries temporais, e *Support Vector Regression* (SVR), que consiste no modelo de aprendizado de máquina. Os dados do número de óbitos a cada mil nascidos vivos para o período especificado foram extraídos do IPECEDATA. Em seguida, considerou-se 75% da série para o treinamento dos modelos e o restante para o teste. Para escolher o melhor modelo, realizou-se a projeção da TMI para 6 anos à frente. Em todas as medidas consideradas, a SVR apresenta menor erro. Usando essa medida, constata-se, na projeção da TMI para 6 anos à frente, a permanência desta taxa nos mesmos patamares, salvo um pequeno incremento de 0,15%. Portanto, recomendam-se políticas públicas de saúde no Ceará, visando reduzir a TMI no médio e longo prazo.

**Palavras-chave:** Taxa de mortalidade infantil; Previsão de séries temporais; Modelo de aprendizado de máquina; Ceará.

## 1 INTRODUÇÃO

A Taxa de Mortalidade Infantil (TMI) é definida como o número de óbitos de menores de um ano de idade, a cada mil nascidos vivos, em determinado local, no período avaliado (Ministério da Saúde, 2021). É um indicador crucial do bem-estar e do desenvolvimento socioeconômico de uma localidade. Segundo Duarte (2007), valores elevados da TMI refletem níveis precários de saúde, condições de vida e desenvolvimento socioeconômico.

De acordo com o Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE), em 2022, a Taxa de Mortalidade Infantil do Ceará era de 11,64 por mil nascidos vivos (IPECEDATA, 2024). Historicamente, o estado vem conquistando redução desse indicador, fato que é objeto de estudos como o de Brito e Nhamuave (2022), que verificaram a tendência temporal da taxa de mortalidade infantil na 7ª Região de Saúde do Ceará, no período de 2009 a 2019; Sousa *et al.* (2012), que debruçaram sobre um conjunto de ações de atenção materno infantil implementado em Sobral; bem como o de Ferreira (2004), que constatou que a cobertura dos serviços de saneamento teve efeitos perceptíveis na redução da TMI dos municípios cearenses no período 1997-2001.

Nesse contexto, também se faz necessário analisar a trajetória histórica desse indicador a fim de fazer previsões, que servem de monitoramento por parte da sociedade e dos gestores públicos. Nessa linha, os estudos de Chaib (2019) e Melchior (2021) realizaram, respectivamente, uma previsão da TMI no estado de São Paulo e no estado do Rio Grande do Sul, utilizando a metodologia ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*). O presente trabalho procura contribuir com a literatura acerca da TMI, oferecendo uma análise preditiva que pode eventualmente nortear a formulação de políticas públicas.

Neste sentido, o objetivo deste trabalho é modelar e prever a TMI do Ceará no período de 2001 a 2022. Particularmente, emprega-se a metodologia de previsão com séries temporais. Desta forma, utiliza-se os modelos *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) e *Support Vector Regression* (SVR). Sendo o primeiro uma abordagem tradicional na previsão de séries temporais, e o segundo, um modelo de aprendizado de máquina.

Para cumprir este objetivo, extraiu-se a TMI do IPECEDATA, correspondente ao número de óbitos a cada mil nascidos vivos para o período de 2001 a 2022. Em seguida, 75% da série foi considerada para o treinamento dos modelos e o restante para o teste. No conjunto de treinamento, aplicou-se a padronização de escala, em que, de cada observação, realiza-se a subtração da média e quociente pelo desvio padrão. Nesta segunda etapa, realizou-se a previsão um passo à frente, a transformação reversa de escala foi aplicada e foram calculadas as métricas

de erros: *Mean Absolute Error* (MAE), *Root-MSE* (RMSE) e *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Por fim, considerando o melhor modelo, realizou-se a projeção da TMI para 6 anos à frente. Ademais, neste estudo, todos os modelos e gráficos foram gerados utilizando a linguagem *R*, no ambiente *RStudio Cloud*.

## 2 DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS DADOS

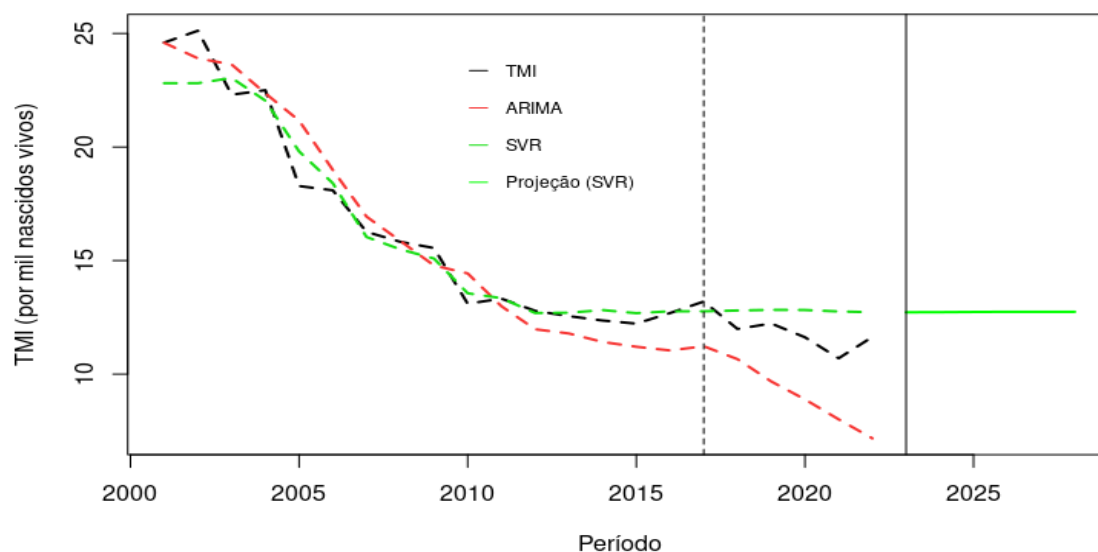
Na Tabela 1, são apresentadas as métricas de erros dos modelos de previsão da TMI do Ceará no período de 2001 a 2022. Conforme se observa, em todas as medidas consideradas, a SVR apresenta menor erro. Desta forma, o melhor modelo para a previsão da TMI do Ceará é a SVR. Particularmente, diversas pesquisas têm realizado previsões da TMI aplicando modelos da família ARIMA, podendo citar Chaib (2019) em São Paulo, no Brasil; Raziq *et al.* (2021) no Paquistão; Ogundunmade, Daniel e Awwal (2023) na Nigéria. Por outro lado, mesmo com menos aplicações nesta literatura, modelos de aprendizado de máquina têm logrado êxito na previsão da TMI. Neste sentido, no estudo de Santos e Carvalho (2017), a SVR superou o modelo de regressão linear na previsão da TMI do Paraná, no Brasil. Na mesma direção, Junhui *et al.* (2009) constataram melhor desempenho da SVR, comparada a *Radial Basis Function Artificial Neural Network* (RBFNN), na previsão da mortalidade infantil de menores de 5 anos em Sichuan, na China.

**Tabela 1:** Métricas de erros no conjunto de teste dos modelos de previsão da TMI do Ceará no período de 2001 a 2022

Modelo	MAE (por mil nascidos vivos)	RMSE (por mil nascidos vivos)	MAPE (%)
ARIMA	2,6230	2,7928	22,3156
SVR	1,0319	1,1603	8,9797

Fonte: Elaborada pelos autores com base em IPECEDATA (2024)

Na Figura 1, apresenta-se as previsões realizadas para os dois modelos nos conjuntos de treinamento e teste, bem como a projeção da TMI para um período de 6 anos à frente (2023 a 2028). Como se observa, no conjunto destinado à avaliação dos preditores, o modelo SVR se aproximou mais da série da TMI. Este resultado, portanto, ratifica as métricas de erros da Tabela 1. Assim, a projeção da TMI foi realizada com a SVR.

**Figura 1:** Previsão da TMI do Ceará no período de 2001 a 2022

Nota: a linha vertical pontilhada separa o conjunto de treinamento do teste. A linha opaca indica o início da projeção da TMI 6 anos à frente

Fonte: Elaborada pelos autores com base em IPECEDATA (2024)

Em relação à projeção da TMI para 6 anos à frente, percebe-se que a TMI permanece constante acompanhando o período que inicia em 2012, quando a TMI flutua em torno de 12 óbitos por mil nascidos vivos. Contudo, na projeção, verifica-se um incremento de 0,15% em 2028, comparado a 2024. Assim, no último ano, projeta-se cerca de 12,75 óbitos a cada mil nascidos vivos no Ceará.

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste trabalho consistiu em modelar e prever a TMI do Ceará no período de 2001 a 2022. Utilizando MAE, RMSE e MAPE para comparar as previsões entre um modelo ARIMA com uma SVR, concluiu-se que o segundo apresentou menores erros. Ademais, a projeção da TMI para 6 anos à frente, considerando a SVR, mostra permanência desta taxa nos mesmos patamares, salvo um pequeno incremento de 0,15%. Desta forma, recomendam-se políticas públicas de saúde no Ceará, visando reduzir a TMI no médio e longo prazo.

### AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Universidade Regional do Cariri (URCA).

## REFERÊNCIAS

BRITO, A. F. S.; NHAMUAVE, E. A. Análise da mortalidade infantil de uma região de saúde do Ceará. **Cadernos ESP/CE**, v. 16, n. 4, p. 10-18, 2022.

CHAIB, D. C. A mortalidade infantil no estado de São Paulo: uma previsão da taxa por meio da modelagem SARIMA. **Revista de Economia da UEG**, v. 15, n. 1, p. 44-52, 2019.

DUARTE, C. M. R. Reflexos das políticas de saúde sobre as tendências da mortalidade infantil no Brasil: revisão da literatura sobre a última década. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 23, n. 7, p. 1511-1528, jul. 2007.

FERREIRA, C. M. M. **O impacto do saneamento na taxa de mortalidade infantil**: uma abordagem dos investimentos da CAGECE nos municípios do Ceará – 1997 a 2001. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, CE, 140p. 2004.

JUNHUI, Z. J. Z.; *et al.* An application study of support vector regression in the forecasting of child mortality rate under age 5 in Sichuan. **Modern Preventive Medicine**, v. 36, n. 24, p. 4601-4603, 2009.

MELCHIOR, C. **Análise da evolução das taxas de mortalidade infantil de crianças com até um ano de idade residentes no estado do Rio Grande do Sul**. Monografia (Especialização em Estatística e Modelagem Quantitativa) – Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS, 38p. 2021.

MINISTÉRIO DA SAÚDE – MDS. **Indicadores de mortalidade**. 2021. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/idb2000/fqc01.htm>. Acesso em: 30 mar. 2024

OGUNDUNMADE, T. P.; DANIEL, A. O.; AWWAL, A. M. Modelling Infant Mortality Rate using Time Series Models. **International Journal of Data Science**, v. 4, n. 2, p. 107-115, 2023.

RAZIQ, A. *et al.* Forecasting fertility and child mortality rates of Pakistan using time series model. **Linguistica Antverpiensia**, v. 2021, n. 2, p. 1194-1213, 2021.

SANTOS, A. B. V.; CARVALHO, D. R. Predictive models for infant mortality in the state of Parana. **Iberoamerican Journal of Applied Computing**, v. 7, n. 2, p. 8-22, 2017.

SOUSA, S. F. J.; SUCUPIRA, A. C. S. L.; AGUIAR, I. S. M.; MESQUITA, V. A. L.; SALES, E. N. B. G. Programa Trevo de Quatro Folhas: uma ação efetiva para a redução da mortalidade infantil em Sobral - Ceará. **SANARE**, Sobral, v.11. n.1, p. 60-65, jan./jun. - 2012. Disponível em: <https://sanare.emnuvens.com.br/sanare/article/view/268/241>. Acesso em: 30 mar. 2024.