A MORTALIDADE INFANTIL NO ESTADO DE SÃO PAULO: UMA PREVISÃO DA TAXA POR MEIO DA MODELAGEM SARIMA

Diana Chaukat Chaib

Resumo

A taxa de mortalidade infantil tem se tornado um dos principais indicadores do nível de vida da população. Sen (2010) considera a mortalidade como um indicador de sucesso e fracasso econômico, uma vez que as influências que aumentam ou reduzem a mortalidade têm causas distintamente econômicas. Isso posto, o presente estudo tem como objetivo apresentar a trajetória da taxa de mortalidade infantil no estado de São Paulo, no período entre Janeiro de 1996 a Dezembro de 2016. Neste período, a mortalidade infantil apresenta uma trajetória decrescente. Posteriormente, propõe uma previsão do índice para os cinco primeiros meses de 2017, por meio de técnicas econométricas, especificamente o modelo autorregressivo integrado de médias móveis (ARIMA). Os resultados sugerem que a taxa de mortalidade infantil tende a manter o declínio.

Palavras-chave: Mortalidade infantil. Estado de São Paulo. ARIMA.

Abstract

The infant mortality rate has become one of the main indicators of the standard of living of the population. Sen (2010) considers mortality as an indicator of economic success and failure, since influences that increase or reduce mortality have distinctly economic causes. Thus, the present study aims to present the trajectory of the infant mortality rate in the state of São Paulo, between January 1996 and December 2016. In this period, infant mortality has a decreasing trajectory. Subsequently, it proposes an index forecast for the first five months of 2017, using econometric techniques, specifically the integrated autoregressive model of moving averages (ARIMA). The results suggest that the infant mortality rate tends to maintain the decline.

Keywords: Infant mortality. State of São Paulo.ARIMA.

Introdução

Não restam dúvidas de que uma vida longa é uma aspiração de todos os seres. Ainda que não seja o único objetivo almejado, uma vida longa é, entre outras coisas, algo valorizado universalmente (SEN, 2010).

Nesse sentido, a taxa de mortalidade infantil tem se tornado, sobretudo nas últimas décadas, um dos principais indicadores do nível de vida da população. De acordo com Singer (1974), a mortalidade infantil se enquadra mais como um indicador de padrão de vida do que de saúde, uma vez que, a sobrevivência de crianças menores que um ano depende mais de condições gerais de nutrição e higiene do que de cuidados médicos. O indiano Sen (2010) corrobora com essa ideia ao definir a mortalidade como um indicador de sucesso e fracasso econômico. De fato, o autor reconhece que a mortalidade não é em si mesma um fenômeno econômico, mas a conexão reside na ideia de que os fatores que aumentam ou reduzem essa taxa têm causas distintamente econômicas (SEN, 2010).

Em particular, o estudo de Duarte (2007) ressalta que o índice de mortalidade infantil se caracteriza ainda pela facilidade de seu cálculo e por refletir o estado de saúde da parcela mais vulnerável da população: as crianças menores de um ano. O índice é definido de acordo com o número de óbitos de menores de um ano de idade por cada mil nascidos vivos em determinada região geográfica e período. Valores altos podem ser interpretados além de precariedade na saúde, como más condições de vida e desenvolvimento econômico e social.

Por essa via, tem-se o estudo de Sabóia (1976) que nos mostra que no estado de São Paulo, a diarreia e a desnutrição são algumas das variáveis que mais impactaram no índice de mortalidade infantil nas últimas décadas. Isso indica que estas são as causas típicas de mortes de crianças com alimentação deficiente, provenientes de famílias de baixo poder aquisitivo. Além disso, a pesquisa cita outros fatores que influem no aumento da mortalidade infantil como redução do salário mínimo, falta de saneamento básico e aumento nos índices de poluição. Nesse sentido, torna-se evidente que as taxas de mortalidade são afetadas pela pobreza e pela privação econômica. A renda é, sem sombra de dúvidas, um determinante básico da sobrevivência ou morte, e no geral, da qualidade de vida de uma pessoa (SEN, 2010).

Isso posto, o presente estudo tem como objetivo apresentar a trajetória da taxa da mortalidade infantil no período de 1996 a 2016 no estado de São Paulo. Além disso, busca fazer uma previsão do índice para os próximos cinco meses, através do modelo estatístico autorregressivo integrado de médias móveis (ARIMA).

O estudo está estruturado como se segue: após essa introdução, segue a 2ª seção, que é composta por um breve referencial teórico, na qual se apresenta os principais aspectos da mortalidade infantil. Logo em seguida, na 3ª seção, será apresentada a metodologia utilizada no estudo. A discussão dos dados e as considerações finais compõem, respectivamente, a 4ª e 5ª seção.

Referencial teórico

Sobre as fontes de dados

O estudo de Szwarcwaldet al (2002) indica que, no Brasil, a coleta e a divulgação dos eventos vitais são responsabilidade do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Desde o ano de 1974 então, as estatísticas de registros de nascimentos e de óbitos têm sido divulgadas anualmente.

O Sistema de Informações sobre a Mortalidade (SIM) do Ministério da Saúde (MS) se configura como outra fonte de dados de óbitos no país. Criado em 1976, o SIM tem como principal objetivo o fornecimento de subsídios para que seja traçado o perfil de mortalidade no país ou em determinada região (Szwarcwaldet al, 2002).

Diante de certas limitações das fontes de informação, o IBGE, que é o órgão responsável por fornecer as estimativas da mortalidade infantil no Brasil, tem recorrido a técnicas demográficas para substituir as estimativas clássicas. Estas técnicas baseiam-se em dados obtidos através de entrevistas domiciliares realizadas pelos Censos Demográficos ou pelas Pesquisas Nacionais de Amostra por Domicílio (Szwarcwaldet al, 2002).

Em suma, sobre os dados de nascimentos e óbitos, necessários para o cálculo da mortalidade infantil, pode-se considerar que estes são provenientes de duas fontes principais: o Ministério da Saúde, por meio do Sistema de Informação de Mortalidade (SIM) e do Sistema de Informação sobre Nascidos Vivos (SINASC), e o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), responsável pelas estatísticas do registro civil (DUARTE, 2007).

Principais aspectos

Sobre o cenário brasileiro, o estudo de Duarte (2007) aponta que o coeficiente de mortalidade infantil vem apresentando uma tendência de declínio. Isso se deve, principalmente, à redução dos óbitos no período determinado pós-neonatal (óbitos ocorridos entre o 29º dia de

vida até 11 meses e 29 dias de idade, por cada mil nascidos vivos), por fatores fundamentalmente ligados à melhoria das condições de saneamento básico.

Dentro de uma perspectiva ao longo do tempo, ao olharpara a década de 1990, tem-se que, a mortalidade infantil estimada com base nos censos demográficos apresentou uma queda de aproximadamente 31%. Entretanto, este fato contradiz o contexto observado na década de deterioração dos níveis de crescimento econômico, de renda e de trabalho e do aumento da taxa de desemprego (DUARTE, 2007).

Por essa ótica, temos a pesquisa de Sabóia (1976), que aponta que o que se espera é que grande parte dos óbitos de crianças menores de um ano de idade sejam registrados entre famílias de baixo poder aquisitivo, ou seja, dependentes do salário mínimo. É importante frisar que o decréscimo do salário mínimo não é apontado como a única causa do aumento do índice de mortalidade infantil. Este seria apenas um dos fatores que influem na composição da taxa.

Além disso, pode-se citar como fatores que acarretam na mortalidade infantil, a falta de saneamento básico, de água potável, de rede esgotos e o aumento do nível de poluição. De acordo com Sabóia (1976), a cidade de São Paulo, em particular, não vinha apresentando melhoras nesses índices, uma vez que, segundo o Estado de São Paulo, mais de 30% da população de São Paulo retiram água do poço e outros 61% utilizam fossas.

Por outro lado, Monteiro e Schmitz (2004) evidenciam que as causas da mortalidade infantil se apresentam ligadas ainda a problemas congênitos, a fatores de saúde materna e complicações durante a gestação e parto. Já entre as causas da mortalidade após o parto, são apontadas aquelas relacionadas a riscos ambientais, tais como infecções respiratórias e deficiências nutricionais.

No Brasil em geral, é possível observar que as várias regiões apresentam discrepância no que tange as causas de óbitos de crianças de 0 a 1 ano de idade. Este fato se apresenta interligado às condições socioeconômicas e de vida, que podem representar até 18% da mortalidade infantil total (MONTEIRO, SCHMITZ, 2004).

Com base nisso, compreendendo um pouco mais a respeito dos diversos fatores que podem ser apontados como a causa da mortalidade infantil, através da modelagem ARIMA e no caso de existência de sazonalidade, SARIMA, será feita a previsão do índice a partir da análise no período entre janeiro de 1996 a dezembro de 2016.

Metodologia

Descrição dos dados

Apresenta-se uma análise quantitativa na qual foram utilizados dados com informação sobre o número de óbitos infantis para o estado de São Paulo no período que abrange janeiro de 1996 a dezembro de 2016. Os dados estão separados mensalmente. A série temporal utilizada na estimação do modelo é composta por 252 observações.

Os dados referentes à mortalidade infantil foram obtidos através da página eletrônica do Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA). O número de óbitos é contabilizado com as crianças que morreram entre 0 e 1 ano de idade atestados pelo registro no período analisado.

Modelo conceitual e hipótese

A pesquisa tem por objetivo, por meio das técnicas estatísticas e econométricas, estabelecer previsões, com respectivos intervalos de confiança, da mortalidade infantil para o estado de São Paulo no período subsequente à análise feita.

Para a escolha entre a melhor modelagem dos dados foi utilizado o modelo autorregressivo integrado de médias móveis(ARIMA), uma vez que este explica uma variável através de valores passados.

Esse modelo foi proposto por Box e Jenkins na década de 1970 e tem origem nos modelos autorregressivo (AR), médias móveis (MA) e da combinação dos modelos AR eMA (ARMA). Além de incluir modelos não estacionários (ARIMA) e sazonais (SARIMA).

Os modelos de Box-Jenkins, genericamente conhecidos por Auto Regressive Integrated Moving Averages e na literatura em português por autorregressivos integrados de médias móveis, são modelos matemáticos que visam captar o comportamento da correlação seriada ou autocorrelação entre os valores da série temporal, e com base nesse comportamento realizar previsões futuras (WERNER, RIBEIRO, 2003).Se essa estrutura de correlação for bem modelada, fornecerá boas previsões.

O software utilizado para as análises estatísticas foi o RStudio livre. Tal software tem se configurado como uma importante ferramenta estatística e vem sendo largamente utilizada por profissionais e pesquisadores de diversas áreas.

Tratamento de dados

Procedimento de Box e Jenkins (modelo ARIMA)

De acordo com Sartoris (2003), o procedimento de Box e Jenkins consiste no processo de explicar uma variável através de valores passados dela mesmo e de valores de choques. Uma

vez que nenhuma outra variável está explicitamente relacionada ao modelo, este é conhecido como univariado.

Uma das classes deste modelo de Box e Jenkins é aquela na qual a variável é explicada somente por valores passados dela mesmo, como apresentada na Equação1 (SARTORIS, 2003).

$$Yt = \theta\ Yt\text{-}1 + \varepsilon t \qquad (1)$$

Desta forma, o processo é conhecido por ser auto-regressivo, isto é, uma regressão da variável por ela mesma. Quando se tem uma defasagem da variável, torna-se então, um processo auto-regressivo de ordem 1 ou AR (1).

Outra vantagem do modelo ARIMA é sua forte memória, pois os coeficientes da representação MA não tendem para zero com o tempo, o que implica que os choques passados do modelo tenham um efeito permanente na série (TSAY, 2005).

Desta forma, Gujarati (2006) indica que a identificação do modelo mais apropriado à série temporal é realizada por meio de funções de autocorrelação (FAC) e autocorrelação parcial (FACP). Consequentemente, de maneira genérica, o modelo ARIMA pode ser aplicado em três fases: identificação do modelo, ou seja, verificação da aplicação do modelo; estimação dos parâmetros; e verificação de seu desempenho por meio das medidas de erro agregado (SOBREIRO; ARAÚJO; NAGANO, 2009).

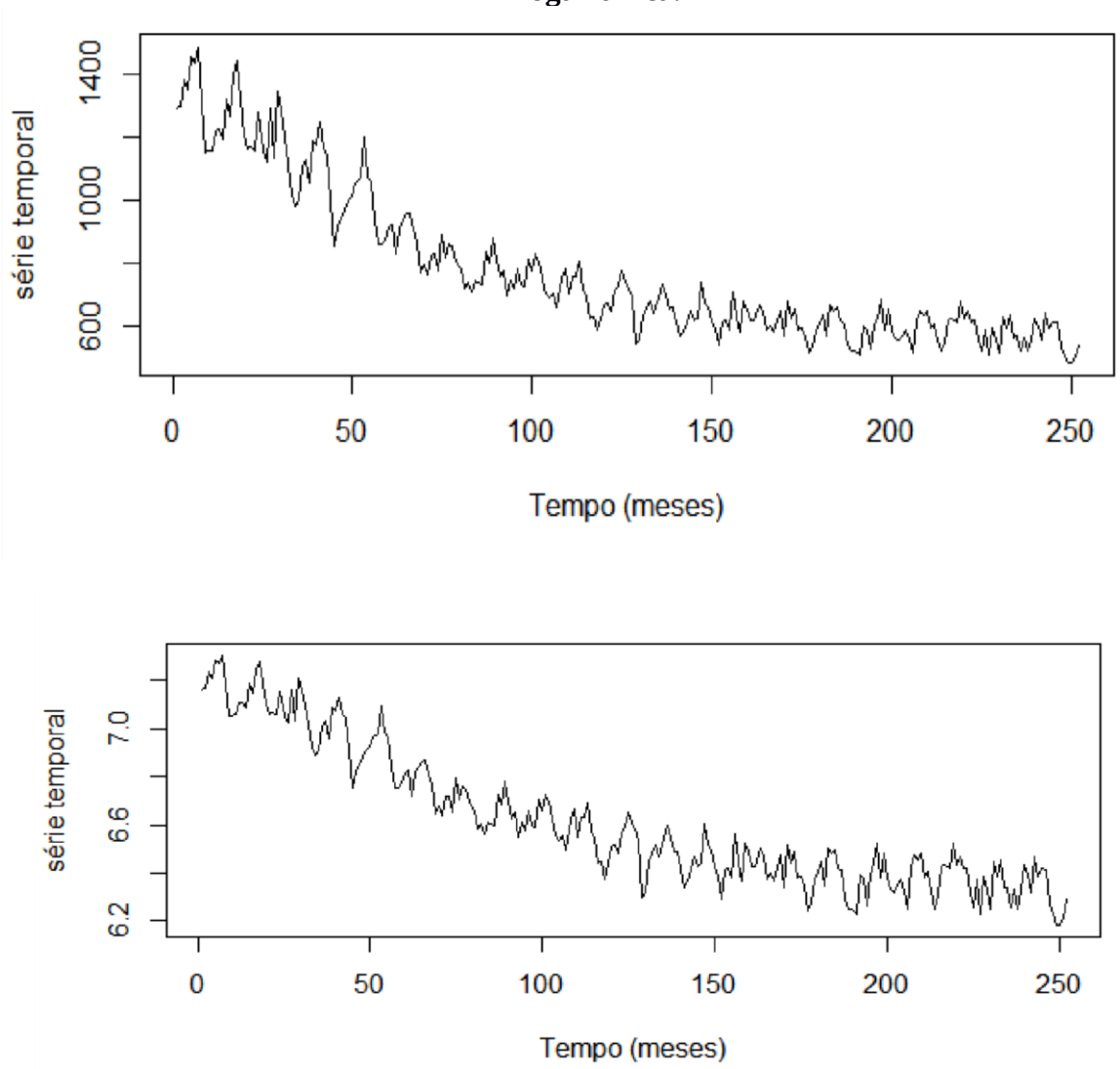
Para lidar com as séries que apresentam autocorrelação sazonal, como nesta pesquisa, Box e Jenkings (1976) generalizaram o modelo ARIMA e definiram o modelo ARIMA sazonal multiplicativo, conhecido como SARIMA(p,d,q)(P,D,Q).

Discussão dos resultados

Analisar resultados de estudos realizados com dados secundários demanda cautela, principalmente aqueles que se baseiam em Sistemas de Informação que, no Brasil, apresentam diferentes estágios de desenvolvimento e organização ao longo do período estudado, com variações de cobertura e disponibilidade que certamente influenciaram a qualidade das séries históricas de interesse (COSTA et al, 2003).

No gráfico da série (Figura 1), podemos verificar na série uma tendência de decrescimento. Quanto à sazonalidade, o gráfico não traz informações muito claras, mas sugere um comportamento sazonal, uma vez que a mortalidade apresenta quedas em períodos específicos. Na figura (a), observa-se a série original enquanto a figura (b) apresenta a série na forma logarítmica. (a)

Figura 1: Série temporal da Mortalidade Infantil: (a) série original, (b) série na forma logarítmica.



Fonte: Elaboração própria da autora.

Ao aplicar o teste de Fischer, constatou-se de fato a existência da sazonalidade na série. Logo, com a primeira defasagem na variável da série, observou-se que ocorreu uma diminuição na sazonalidade. Como a segunda, terceira e quarta diferença não eliminaram a sazonalidade da série, optou-se então pela análise com apenas a primeira diferença, visando evitar a perda de observações. Vale ressaltar que a primeira diferenciação eliminou a tendência da série.

De acordo com a análise do correlograma da série, isto é, o gráfico de autocorrelação e autocorrelação parcial,foram identificados os termos (p, d, q) (P, D, Q). Posteriormente, foram

feitas as análises dos coeficientes e dos resíduos para cada modelo. Foram testados três modelos. Modelo 1: (1,1,1) (1,1,1), o modelo 2: (2,1,1) (1,1,1) e o modelo 3: (2,1,1) (2,1,1).

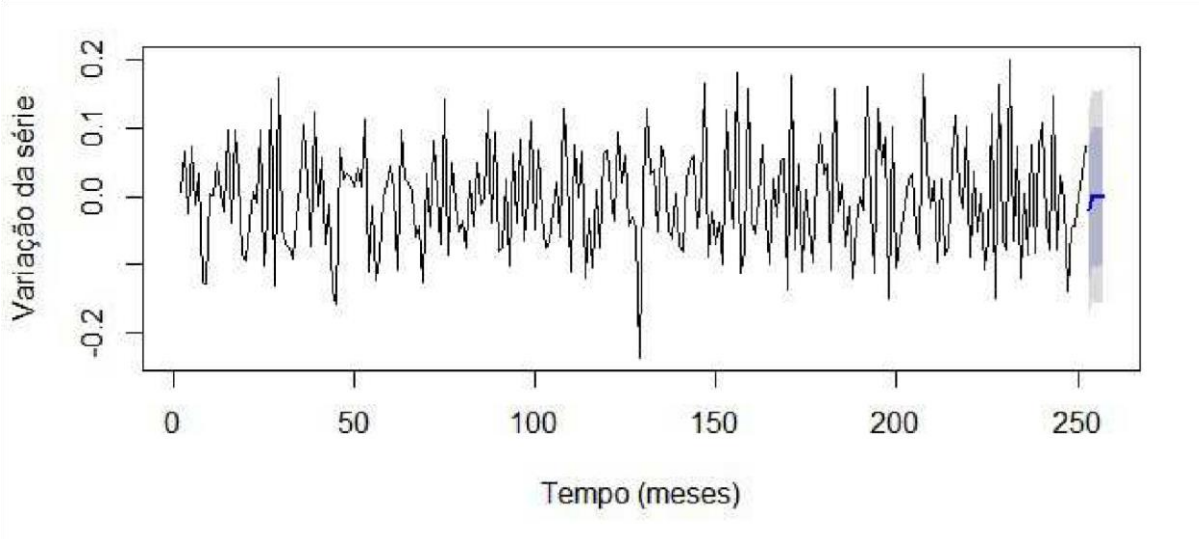
A escolha do modelo foi feita através da análise dos valores do *AkaikeInformationCriterion* (AIC), que é definido como que é definido conforme a Equação 2.

$$AIC= -2\log(L) + 2m \qquad (2)$$

SendoL a função de verossimilhança do modelo ARIMA ajustado; em, o número de parâmetros do modelo (EHLERS, 2009). Desta forma, o modelo escolhido foi o modelo 1, uma vez que apresentou o menor valor de AIC.

Após a escolha do modelo adequado para a série, como apresentado na Figura 2, observa-se a previsão para a mortalidade infantil para o intervalo dos próximos cinco meses subsequentes ao término dos dados analisados, após Dezembro de 2016.

Figura 2: Previsão da série para o período de cinco meses.



Fonte: Elaboração própria da autora.

Durante o período analisado, Janeiro de 1996 a Dezembro de 2016, observa-se que, ainda que a série temporal da taxa de mortalidade infantil no estado de São Paulo apresente variações ao longo do período, a tendência predominante é o declínio do índice. Em particular, isso evidencia que o comportamento desse estado é no mesmo sentido que comportamento do Brasil como um todo. No ano de 2010, a mortalidade infantil no estado chegou a 11,9 óbitos por mil nascidos vivos. Em 2016, a mesma taxa correspondeu a 10,9 por mil, o que indica uma queda de 8,3%.

A previsão da série temporal sugere que em 2017 a taxa de mortalidade infantil continue declinando. De acordo com o gráfico observa-seque, ainda que a mortalidade cresça em um

primeiro momento e depois esteja constante, isso se mostra em uma menor amplitude dentro do intervalo de confiança, o que demonstra uma redução do índice se comparado a períodos anteriores.

Considerações Finais

Vimos que o índice de mortalidade infantil tem se tornado um dos principais indicadores do nível de vida da população. De acordo com Singer (1974), a mortalidade infantil se enquadra mais como um indicador de padrão de vida do que de saúde, uma vez que, a sobrevivência de crianças menores que um ano depende mais de condições gerais de nutrição e higiene do que de cuidados médicos.

Ante isso, esta pesquisa buscou estabelecer uma previsão para a série de mortalidade infantil a partir de dados passados da variável. A série temporal foi composta por dados do período que abrange o período de Janeiro de 1996 a Dezembro de 2016 no estado de São Paulo.

A metodologia utilizada na pesquisa foi o modelo econométrico ARIMA e no caso de sazonalidade na série de mortalidade infantil, o método SARIMA. Os dados foram coletados na página eletrônica do Sistema IBGEe analisados através do software livre RStudio.

A previsão do comportamento da variável aproximou-se das teorias utilizadas como base, uma vez que ambas indicam que a mortalidade infantil vem nos últimos anos apresentando declínio. É importante ressaltar que os resultados encontrados são apenas uma sugestão da forma como a série pode se comportar.

Desta forma, a pesquisa visou contribuir para os estudos e análises acerca da mortalidade infantil por meio de modelos econométricos. Os métodos foram adotados, partindo da ideia de que estes são os mais adequados para estabelecer previsões de uma variável através de valores passados da mesma.

Bibliografia

COSTA, Maria da Conceição Nascimento et al. Mortalidade infantil no Brasil em períodos recentes de crise econômica. **Revista de Saúde Pública**, v. 37, n. 6, p. 699-706, 2003.

EHLERS, R. S. **Análise de séries temporais. 2009**. Disponível em: <http://www.icmc.usp.br/ ehlers/stemp/stemp.pdf>.

DUARTE, Cristina Maria Rabelais. **"Reflexos das políticas de saúde sobre as tendências da mortalidade infantil no Brasil: revisão da literatura sobre a última década**", 2007.

GUJARATI, D. N. **Econometria básica**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006. 840p.

MONTEIRO, Renata Alves; SCHMITZ, Bethsáida de Abreu Soares. **Principais causas básicas da mortalidade infantil no Distrito Federal, Brasil: 1990 a 2000**. 2004.

SABÓIA, João Luiz Maurity. Mortalidade infantil e salário mínimo uma análise de intervenção para o município de São Paulo. **Revista de Administração de Empresas**, v. 16, n. 3, p. 47-50, 1976.

SARTORIS, A. **Estatística e Introdução à Econometria**. São Paulo: Saraiva, 2003.

SEM, Amarthya. **As pessoas em primeiro lugar: a ética do desenvolvimento e os problemas do mundo globalizado.** São Paulo: Companhia das Letras, 2010.

SIMÕES CCS, Monteiro CA. Tendência secular e diferenças regionais da mortalidade infantil no Brasil. In: Monteiro CA, organizador**.** ***Velhos e novos males da saúde no Brasil: a evolução do país e suas doenças***. São Paulo: HUCITEC; NUPENS/USP; 1995. p. 153-6.

SINGER, P. A economia brasileira depois de 1964. **Debate e Crítica**, p. 1-21 nov. 1974.

SOBREIRO, V. A.; ARAÚJO, P. H. S. L.; NAGANO, M. S. Precificação do etanol utilizando técnicas de redes neurais artificiais. **Revista de Administração**, São Paulo, v. 44, n. 1, p. 4658, jan./fev./mar. 2009.

SZWARCWALD, Célia Landmannet al. Estimação da mortalidade infantil no Brasil: o que dizem as informações sobre óbitos e nascimentos do Ministério da Saúde?. 2002.

TSAY, R. S. **Analysisof financial time series**. 2. ed. New Jersey: John Wiley& Sons, 2005. 640p.

WERNER, Liane; RIBEIRO, José Luis Duarte. Previsão de demanda: uma aplicação dos modelos Box-Jenkins na área de assistência técnica de computadores pessoais. **Gestão e produção. São Carlos, SP. Vol. 10, no. 1 (abr. 2003), p. 47-67**, 2003.

Sobre a autora:

Diana Chaukat Chaib

Graduação em Interdisciplinar em Ciência e Economia pela Universidade Federal de Alfenas, Brasil(2017).

Artigo recebido em 05/07/2019
Aprovado em 06/02/2020

Como citar esse artigo:

CHAIB, Diana Chaukat. **A mortalidade infantil no estado de São Paulo: uma previsão da taxa por meio da modelagem sarima.** Revista de Economia da UEG. Vol. 15, N.º 1, jan/ju. 2019.