

Eixo Temático: Estratégia e Internacionalização de Empresas

ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA CONCESSÃO DE BOLSAS DE ESTUDO PARA O EXTERIOR PELO CENTRO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO (CNPq)

STUDY OF THE EVOLUTION OF GRANTING SCHOLARSHIPS ABROAD BY THE NATIONAL CENTER FOR SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT (CNPq)

Cleiton Tibulo, Roselaine Ruviaro Zanini e Vaneza De Carli Tibulo

RESUMO

O desenvolvimento científico e tecnológico de um país está diretamente ligado ao seu nível educacional. Em um mundo globalizado a sobrevivência econômica de empresas privadas e estatais é condicionada a novas tecnologias e a qualificação da mão de obra nos mais diversos setores. Neste contexto, estudantes que buscam seu aperfeiçoamento no exterior podem trazer um legado de novos conhecimentos. Em grande parte este intercâmbio de informações só é possível com incentivos de estudo. Com o objetivo de analisar a série histórica anual compreendida no período entre 1952 a 2012, de concessões de bolsas no exterior pelo CNPq e prever valores futuros, este trabalho utilizou a metodologia de séries temporais Box e Jenkins. No ajuste do modelo identificou-se um ARIMA (1,1,1). A previsão dos valores futuros feitas pelo modelo ajustado demonstrou um cenário positivo e crescente em relação ao atual.

Palavras-chave: Bolsas de estudo, Séries temporais, Modelos ARIMA.

ABSTRACT

The scientific and technological development of a country is directly linked to their educational level. In a globalized world economic survival of private and state-owned enterprises is subject to new technologies and the qualification of manpower in various sectors. In this context, students seeking their improvement abroad can bring a legacy of new knowledge. In much of this information exchange is only possible with incentives to study. With the objective of analyzing the historical annual series included in the period between 1952-2012, the grants awarded by CNPq abroad and predict future values, this study used the methodology of Box and Jenkins time series. In model fit was identified an ARIMA (1,1,1). The prediction of future values made by the adjusted model showed a positive and growing trend in relation to the current.

Keywords: Scholarships, time series, ARIMA models.

1. Introdução

Ao longo dos últimos anos, a educação em seus mais diversos níveis vem ganhado destaque no Brasil e no mundo. A economia globalizada impõe um contínuo aumento da produtividade e da capacidade competitiva que requer recursos humanos cada vez mais qualificados e capazes de operar através de bases tecnológicas, segundo (Moreira e Todescat - 2011).

O Centro Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), criado em 1951, desempenha papel importante na formulação e condução das políticas de ciência, tecnologia e inovação. Visa a formação de recursos humanos no campo da pesquisa científica e tecnológica, em universidades, institutos de pesquisa, centros tecnológicos e de formação profissional, tanto no Brasil como no exterior. O público alvo do CNPq são alunos nos seus mais diferentes níveis de formação: ensino médio, graduação, pós-graduação, pesquisadores do país e exterior com objetivo de auxiliar na formação e fomento a pesquisa, de acordo com (CNPq).

Tendo em vista a importância tecnológica e econômica que as pesquisas viabilizadas por meio da concessão de bolsas exercem para o desenvolvimento do Brasil e, principalmente, a sua influência no avanço do conhecimento nas mais diversas áreas, modelos de séries temporais são utilizados para o ajuste e previsão no número de bolsas CNPq para o exterior. Esta pesquisa pode fornecer ferramentas que auxiliem os órgãos governamentais em suas tomadas de decisões nas concessões de bolsas.

O modelo a ser ajustado na série histórica de concessão de bolsas de estudo no exterior concedida pelo CNPq é um modelo da classe ARIMA, proposto por (Box e Jenkins - 1976), que consideram as componentes de tendência e sazonalidade.

2. Objetivo

Este estudo tem por objetivo ajustar um modelo de séries temporais da classe ARIMA ao número de concessão de bolsas de estudo pelo CNPq para o exterior, a fim de proporcionar aos órgãos governamentais subsídios em seus planejamentos futuros.

3. Revisão Bibliográfica

De acordo com Batista (2009), dentre as classes de modelos paramétricos a classe de modelos autorregressivos integrados e de médias móveis (ARIMA), ou ainda, modelos de Box e Jenkins, vem sendo largamente utilizado. A metodologia proposta por (Box e Jenkins - 1976), consiste em ajustar modelos ARIMA (p,d,q) a um conjunto de dados, onde p é o número de termos da parte autorregressiva (AR), d é o número de diferenças sucessivas para estacionarizar a série e q é o número de termos da parte de médias móveis (MA).

Estes modelos, genericamente conhecidos por ARIMA ou 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 possibilitar a realização de previsões futuras, (Danfá - 2009).

O modelo ARIMA é um caso geral dos modelos propostos por (Box e Jenkins - 1976), o qual é apropriado para descrever séries não estacionárias, ou seja, séries que não possuem média constante no período de análise, nas quais os parâmetros quase sempre são pequenos. Geralmente as séries encontradas apresentam tendência e (ou) sazonalidade. Quando a série não apresenta a componente sazonal, mas apresenta a componente tendência, ou esses componentes não são estacionários, ela pode ser representada por um modelo ARIMA, ou seja, o ajuste pode ser feito por um modelo sem o componente sazonal.

Segundo (Werner e Ribeiro - 2003), quando uma série temporal apresenta média e variância dependentes do tempo, é porque ela não é estacionária. A não-estacionariedade de uma série implica que: a) há inclinação nos dados e eles não permanecem ao redor de uma linha horizontal ao longo do tempo; e/ou b) a variação dos dados não permanece essencialmente constante sobre o tempo, isto é, as flutuações aumentam ou diminuem com o passar do tempo, indicando que a variância está se alterando.

Como a maioria das séries temporais não são estacionárias faz-se necessário transformá-las. A transformação mais simples consiste em tomar diferenças sucessivas da série original até obter uma série estacionária, de acordo com (Morettin e Toloí - 2004). A primeira diferença de Z_t é definida por: $\Delta Z_t = Z_t - Z_{t-1}$, a segunda é dada por: $\Delta^2 Z_t = Z_t - 2Z_{t-1} + Z_{t-2}$, e assim sucessivamente. Em situações normais, ainda segundo os autores, será suficiente tomar uma ou duas diferenças para que a série se torne estacionária. O número d de diferenças necessárias para tornar a série estacionária é denominado ordem de integração. A inclusão do termo ordem de integração permite que sejam utilizados o modelo ARIMA (p, d, q) , dado pela equação:

$$\Delta^d Z_t = \underbrace{\phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \dots + \phi_p Z_{t-p}}_{\text{autorregressivo (p)}} + \varepsilon_t - \underbrace{\theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q}}_{\text{médias móveis (q)}}$$

em que os parâmetros ϕ_1, \dots, ϕ_p , são os parâmetros referentes à parte autorregressiva e $\theta_1, \dots, \theta_q$, são os parâmetros de médias móveis, ε_t é erro que não pode ser estimado do modelo e d representa o número de diferenças aplicadas na série.

Como o principal objetivo do modelo ARIMA é gerar previsões, foram considerados dois critérios de eficiência do modelo. O critério de AIC, proposto por (Akaike - 1974), dado por:

$AIC = \ln(\hat{\sigma}_e^2) + \frac{2(p+q)}{n}$ e, o critério BIC, desenvolvido por (Akaike - 1978), dado por:

$BIC = \ln(\hat{\sigma}_e^2) + \frac{(p+q)\ln(n)}{n}$, onde $\hat{\sigma}_e^2$ é variância estimada de erros; n é o tamanho da

amostra, p e q são os valores dos parâmetros. No ajuste estimam-se modelos concorrentes e a partir do menor valor dos critérios considerados é possível escolher o modelo mais adequado para realizar previsões h passos à frente.

4. Metodologia

A série histórica representa o número anual de bolsas concedidas pelo CNPq no período de 1952 a 2012, no total de 60 observações, dados disponíveis no site do CNPq. Buscou-se embasamento teórico em pesquisas bibliográficas de livros e artigos atuais publicados referentes à de Séries Temporais.

Inicialmente foram calculadas algumas medidas descritivas da variável (média, mediana, desvio-padrão, coeficiente de variação, mínimo e máximo) com o objetivo de caracterizá-la. Na sequência foi ajustado o modelo ARIMA à série histórica.

5. Resultados e discussões

Para um melhor entendimento da variável número de bolsas de estudo concedidas para o exterior são apresentadas, na Tabela 1, algumas medidas descritivas. Os dados apresentam grande variabilidade e em 1992 observa-se o auge da concessão de bolsas.

Tabela 1 - Medidas descritivas da concessão de bolsas de estudo para o exterior período de 1952 -2012

Medida Descritiva	Resultado
Média	677,885
Mediana	484
Desvio Padrão	778,454
Coefficiente de variação	114,853%
Valor máximo	2843
Valor mínimo	17

Inicialmente, pode-se observar, na Figura 1, o comportamento da série original buscando identificar suas componentes, como tendência e/ou sazonalidade.

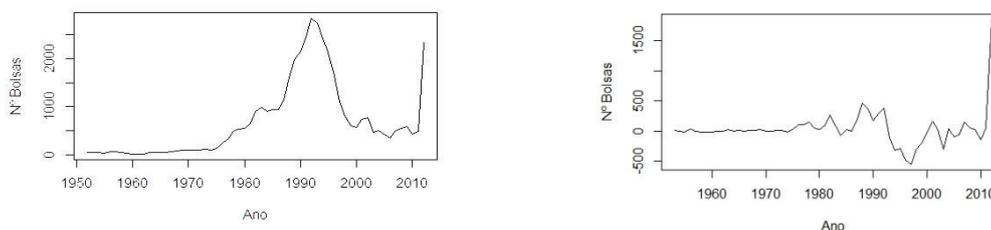


Figura 1 - Gráfico da série original (a), Gráfico da série com 1 diferença (b).

Analisando-se a Figura 1 (a), verifica-se que a série demonstra a presença de tendência, o que indica ser necessário aplicar diferenciações na série original, pois a série não se desenvolve em torno da média ao longo do tempo. Além disso, não se identifica na série padrões sazonais, descartando-se a hipótese de uso do modelo SARIMA.

Após esta etapa inicial foram construídos os gráficos das funções de autocorrelação amostral (ACF) e de autocorrelação parcial amostral (PACF), que estão apresentadas na Figura 2.

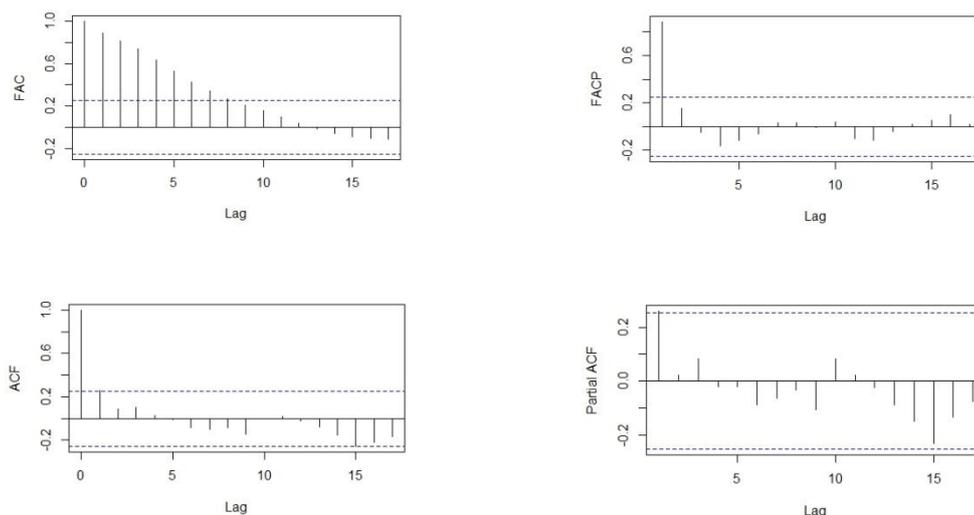


Figura 2 - Função de Autocorrelação (ACF) e Autocorrelação Parcial (PACF) da série original e diferenciada

No gráfico da ACF da série original observa-se um decaimento exponencial demonstrando fortes correlações, confirmando que a série precisa ser diferenciada. A série com uma diferença simples pode ser observada na Figura 1 (b). Ao se analisar os gráficos ACF e

PACF, com diferença de ordem 1, percebe-se características de um modelo estacionário, autorregressivo de ordem 1 e de médias móveis de ordem 1 ou 2.

Neste contexto, vários modelos concorrentes foram testados e, de acordo com os critérios de seleção AIC e BIC e da análise dos pressupostos de ruído branco (média zero, variância constante, erros descorrelacionados), o melhor modelo encontrado foi um ARIMA (1,1,1).

Os parâmetros do modelo ajustado para a série histórica de concessão de bolsas de estudo pelo CNPq para o exterior estão na Tabela 2, com os seus respectivos p-valores.

Tabela 2 - Parâmetros do modelo selecionado

Modelo	Parâmetros	P-Valor
(1,1,1)	ϕ_1 : 0,4538	0,00013
	θ_1 : -0,7043	0,00000

Na Figura 3 pode-se verificar o ajuste do modelo e a previsão cinco passos à frente.

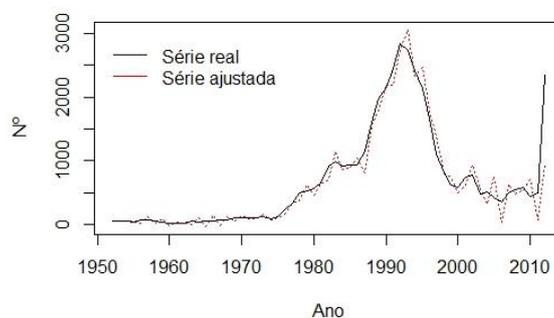


Figura 3 – Série Real e Série Ajustada

Na Figura 3 verifica-se o ajuste do modelo e, na Tabela 2, são apresentados os valores do número de bolsas previstas para os próximos anos. Cabe salientar que ainda não constam os dados do ano de 2013 no site do CNPq.

Tabela 3 – Valores previstos h=5

Ano	Nº previsto de bolsas
2013	4340
2014	5248
2015	5660
2016	5847
2017	5932

6. Conclusão

É indiscutível a importância para o desenvolvimento científico e tecnológico que as bolsas de estudo no exterior exercem. Entretanto, neste trabalho observou-se declínio acentuado no período de 1992 e 2010. A partir do ano de 2010, fica evidente uma evolução crescente considerável.

A metodologia de Box e Jenkins pode auxiliar no estabelecimento de cenários futuros nesta área. Entretanto, não se descarta o uso de outros modelos estatísticos que possam vir se ajustar de forma mais adequada a série de dados.

O modelo ajustado ARIMA (1,1,2), representa a série em estudo de forma satisfatória e suas previsões futuras com um intervalo de confiança de 95% reforçam a hipótese de uma tendência crescente no investimento em bolsas de estudos para o exterior para os próximos anos.

Para um próximo estudo sugere-se uma análise da evolução de incentivos de estudo no cenário nacional e uma comparação entre os mais diversos órgãos que viabilizam o desenvolvimento científico e tecnológico deste país, além de emprego de outros modelos estatísticos.

Referências

1. AKAIKE, H. A. A new look at the statistical model identification. IEEE Transactions on Automatic Control, Waschiton, v.19, p.716-723, 1974.
2. AKAIKE, H. A. Bayesian analysis of the minimum AIC procedure. Annals of the Institute of Statistical Mathematics, Tokyo, v.30, p.9- 14, 1978.
3. BATISTA, A. L. F. **Modelos de séries temporais e redes neurais na previsão de vazão.** 2009, 79f. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia de Sistemas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.
4. BOX, G. P.; JENKINS, G. M. **Time series analysis, forecasting and control.** San Francisco: Holden-Day,1976.
5. Centro Nacional de Desenvolvimento e Científico e Tecnológico disponível em URL: <http://cnpq.br/series-historicas>. Acesso em 14/06/2014.
6. DANFÁ, S. **Distribuição espacial da precipitação pluvial e sua erosividade para Guiné-Bissau.** 2009, 104f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Lavras do Sul (UFLA), Lavras, 2009.
7. MOREIRA, B. C. M.; TODESCAT, M. Plano Nacional de Educação 2011-2020: Uma Análise das Metas para a Educação Superior no Brasil. XI Colóquio Internacional Sobre Gestão Universitária na América do Sul e II Congresso Internacional IGLU, Florianópolis, 2011.
8. MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. C. Análise de Séries Temporais. São Paulo: Edgard Blucher LTDA, 2004, 535 p.
9. WERNER, L.; RIBEIRO, J. L. D. **Previsão de Demanda: Uma Aplicação dos Modelos Box Jenkins na Área de Assistência Técnica de Computadores Pessoais,** Gestão & Produção,v10, n1, p.47-67, 2003.