



EFEITO DA VARIAÇÃO DO ÍNDICE DE PREÇO DO MINÉRIO NO SALDO DE EMPREGOS DA ATIVIDADE EXTRATIVISTA MINERAL BRASILEIRA: EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS UTILIZANDO UM MODELO ARMAX

Icaro Romolo Sousa Agostino

Universidade Federal de Santa Maria

Engenheiro de Produção pela Universidade Ceuma (2016). Mestrando em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Atualmente é Pesquisador Bolsista (CAPES) no Laboratório de Análise e Modelagem Estatística da UFSM. Tem experiência na área de Engenharia de Produção, com ênfase em Simulação de Eventos Discretos, Métodos Quantitativos para tomada de Decisão, Previsão Aplicada.

Renan Mitsuo Ueda

Universidade Federal de Santa Maria

Engenheiro de Produção formado pela Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). É Membro fundador e Ex-Diretor Jurídico-Financeiro da Sigmax Engenharia Júnior, uma empresa de consultoria que presta serviços para toda a região da grande Dourados. Além disso, já participou de projetos vinculados ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Atualmente é mestrando em Engenharia de Produção (PPGEP - UFSM), atuando em pesquisas nas áreas de Métodos Quantitativos para Tomada de Decisão.

Maiara de Oliveira Noronha

Universidade Federal de Santa Maria

Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção - Universidade Federal de Santa Maria - Santa Maria - RS. Área: Gerência da Produção. Linha de pesquisa: métodos quantitativos para a tomada de decisão e gestão ambiental empresarial. Bacharel em Gestão Ambiental pela Universidade Federal do Pampa- RS.

José Inácio dos Santos Fonseca

Faculdade Pitágoras – MA

Adriano Mendonça Souza

Universidade Federal de Santa Maria

Resumo – A exportação de commodities minerais tem forte participação na economia brasileira, tendo grande influência no crescimento econômico do país, em termos de geração de emprego e renda. Desta forma, esta pesquisa pretende analisar o comportamento da evolução de empregos no setor da atividade extrativista mineral no Brasil no período compreendido entre janeiro de 2009 e dezembro de 2016, assim como verificar a relação dessa variável com o índice do preço do minério de ferro (principal *commodities* mineral exportada) e a variação da taxa de câmbio do dólar. Como metodologia foi adotada a modelagem ARIMA, a partir da metodologia de Box-Jenkins, porém com a inclusão de variáveis explicativas exógenas. Para tanto, foi ajustado um modelo autorregressivo de médias móveis com variáveis exógenas (ARMAX) para a série do saldo de empregos no setor extrativista mineral, utilizando o índice do preço do minério e a taxa de câmbio do dólar como variáveis do modelo. Por meio dos resultados constatou-se a existência de forte relação entre as variáveis analisadas, a defasagem ajustada para as duas variáveis exógenas foi de um período, mostrando que o efeito dessas no saldo de empregos no setor ocorre no curto período de tempo. O modelo final ajustado foi um SARMAX $(1,0,0)(1,0,0)_{12} X(\text{MIN}_1, \text{DOL}_1)$, contendo em seu processo gerador um componente autorregressivo de ordem 1 e um componente sazonal de ordem 12. Por fim foi possível evidenciar o impacto da variação do preço do minério de ferro e da taxa de câmbio no comportamento do saldo de empregos no setor extrativista mineral brasileiro.

Palavras-chave: Saldo de Emprego; Preço do Minério de Ferro; ARMAX.

Abstract – The export of mineral commodities has a strong participation in the Brazilian economy, having a great influence on the economic growth of the country, in terms of employment and income generation. In this way, this research intends to analyze the behavior of the evolution of jobs in the sector of extractive mineral activity in Brazil between January 2009 and December 2016, as well as to verify the relation of this variable to the price index of iron ore (Main mineral commodities exported) and the variation of the dollar exchange rate. As a methodology, the ARIMA model was adopted, based on Box-Jenkins methodology, but with the inclusion of exogenous explanatory variables. For this, an autoregressive model of moving averages with exogenous variables (ARMAX) was adjusted for the series of jobs in the mineral extractive sector, using the index of the price of the ore and the exchange rate of the dollar as variables of the model. The results showed that there was a strong relationship between the analyzed variables, the adjusted gap for the two exogenous variables was one period, showing that the effect of these on the balance of jobs in the sector occurs in the short period of time. The adjusted final model was a SARMAX $(1,0,0)(1,0,0)_{12} X(\text{MIN}_1, \text{DOL}_1)$, containing in its generator process an autoregressive component of order 1 and a seasonal component of order 12. Finally, it was possible to show the impact of the variation of the price of iron ore and the exchange rate on the behavior of the balance of jobs in the Brazilian mineral extractive sector.

Keywords: Job Balance; Iron Ore Price; ARMAX.

1. Introdução

A exportação de *commodities* apresenta forte relevância na composição da economia brasileira, sendo um aspecto central nessa discussão o setor extrativista mineral, contribuindo para o crescimento da economia recente do país, e, portanto, na trajetória do setor em termos de geração de emprego, renda, investimentos, dentre outros aspectos (REIS; SILVA, 2015).

Desde o ano 2000 não se registrava déficit na balança comercial brasileira, como ocorrido em 2014, em que foi destacado como um dos fatores contribuintes a queda no preço dos commodities, principalmente do minério de ferro, sendo esse o principal produto de exportação mineral do Brasil. Segundo dados do Ibram (2015), em 2016 o minério de ferro representou cerca de 61% da exportação mineral brasileira (AMATO, 2015).

Empiricamente as oscilações nas taxas de desemprego acompanham as flutuações das atividades econômicas. Em períodos de recessão o desemprego se torna mais evidente, uma vez que este é resultado de vários fatores, sobretudo o ritmo de expansão e/ou contração da economia e do mercado de trabalho (PRONI, 2016).

Desta forma, o objetivo desta pesquisa é analisar o comportamento e a relação do saldo de empregos do setor extrativista mineral brasileiro com a série histórica do índice de preço do minério de ferro e da taxa de câmbio do dólar. Como resultado busca-se ajustar um modelo capaz de evidenciar tais relações e medir a procedência temporal entre as séries estudadas.

2. Referencial teórico

A seguir apresenta-se a contextualização teórica a respeito do tema do estudo.

2.1. Commodities Minerais

Commodities é um termo utilizado para se referir a produtos primários, pois encontram-se no seu estado bruto, não sofrendo transformações, de produção e comercialização em larga escala, podendo ser estocado em grande quantidade sem perda de qualidade até determinado período (BRANCO, 2008).

Segundo Pereira (2015), a indústria de mineração brasileira sofreu um recente impacto resultado da crise econômica internacional, juntamente com o aumento da oferta de produtos minerais no mercado internacional, ocasionando baixa de preço. Outro fator apontado é o fim do superciclo das *commodities*, sendo observado uma queda prolongada das cotações internacionais das matérias primas, ocasionando desaceleração na economia (ERTEN; OCAMPO, 2013).

Dentre as *commodities* relevantes à economia brasileira, se destaca o minério de ferro, sendo a principal matéria-prima na fabricação do aço. O grande comprador do minério de ferro brasileiro é a China com mais de 45% de participação nas exportações. Mesmo com a queda dos valores da *commodities*, o minério de ferro e seus derivados lideraram as exportações em 2015, com 8,73% do total exportado (IBRAM, 2015; MDIC, 2015).

Nesse sentido, as *commodities* minerais são importantes para a economia do país em termos de geração de emprego e renda, sendo um importante componente para o desenvolvimento econômico (RAMSER, 2016).

2.2. Desemprego

A taxa de desemprego é mensurada pelo IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, com pesquisas realizadas mensalmente. O instituto afirma que no segundo trimestre de 2016 a taxa de desemprego foi de 11,5%, com 12 milhões de

brasileiros procurando emprego. Segundo o CAGED – Cadastro Geral de Empregados e Desempregados, entre abril e junho de 2016 foram encerradas cerca de 226 mil vagas formais (IBGE, 2016; CAGED, 2016).

Segundo Marasca *et al.* (2017), os problemas sociais resultantes do desemprego interferem negativamente na vida econômica das famílias brasileiras, refletindo prejuízos ao mercado de trabalho com o aumento da informalidade no setor, obstruindo direitos trabalhistas assegurados no mercado formal.

2.3. Modelo Autorregressivo de Médias Móveis com Variáveis Exógenas – ARMAX

Os modelos ARMAX são pertencentes a família de modelos autorregressivo de médias móveis com dependência de uma ou mais séries exógenas. A utilização da modelagem ARMAX exige conhecimento prévio da metodologia de Box-Jenkins para a aplicação de tais conceitos.

A metodologia Box-Jenkins (1970) se refere ao modelo de identificação, ajuste, checagem e uso de modelos Autoregressivos Integrados de Médias Móveis, também denominado ARIMA (*Auto Regressive Integrated Moving Average*), sendo caracterizado por captar o comportamento da correlação seriada entre os valores da série temporal, e assim realizar previsões futuras (SOUZA, 2016).

A metodologia resulta da combinação dos seguintes componentes, também denominados de filtros: autorregressivo (AR), filtro de integração (I) e o componente de médias móveis (MA). Tais modelos constituem um ciclo iterativo, permitindo a escolha do melhor modelo baseado nos dados da série estudada, a partir dos seguintes procedimentos: (i) Identificação, consistindo na determinação do modelo que melhor descreve o comportamento da série, através da análise das funções de autocorrelação e autocorrelação parcial; (ii) Estimação, realizando a estimação dos parâmetros autorregressivos, assim como de médias móveis; (iii) Validação, consistindo na análise da adequação do modelo ajustado ao comportamento real da série, em que é analisado os resíduos do modelo; (iv) Previsão, que somente é realizada, quando as etapas anteriores forem satisfatórias (KIRCHNER *et al.*, 2011; NORONHA *et al.*, 2016).

Usualmente os modelos ARIMA (p, d, q) são representados pela equação 1, em que B representa o operador retroativo, d a ordem de integração, ϕ é termo que representa o autoregressivo de ordem p, θ é o parâmetro de médias móveis representado pela letra q.

$$\phi(B) \Delta^d X_t = \theta(B) a_t \quad (1).$$

Os resíduos gerados pelo modelo estimado são definidos como a diferença dos valores reais e dos valores previstos da série. Para um modelo adequadamente especificado, o ruído gerado deve possuir média zero, variância constante e não apresentar autocorrelação, denominado de ruído branco (SOUZA, 2016).

Para mensurar o ajuste do modelo escolhido, os critérios Akaike's Information Criteria (AIC) e Bayesian Information Criteria (BIC) comumente são utilizados como parâmetros para a escolha do melhor modelo entre os modelos ARIMA concorrentes. Dessa forma, o modelo que apresentar os menores valores para tais parâmetros será o com o melhor ajuste (MORETTIN, 2008). Os critérios de AIC e BIC são dados pelas equações 2 e 3:

$$AIC(p, q) = \ln \sigma_{p,q}^2 + \frac{2(p+q)}{n} \quad (2).$$

$$BIC(p, q) = \ln \sigma_{p,q}^2 + (p + q) \frac{\ln N}{N} \quad (3).$$

Em que:

- p e q são os parâmetros conhecidos
- n é o tamanho da amostra
- ln o logaritmo neperiano e σ^2 a variância estimado dos erros

A fim de verificar a acurácia do modelo ajustado, algumas medidas são utilizadas no processo de previsão. Tais medidas são capazes de medir o desempenho de um modelo a partir dos erros gerados em relação aos valores reais da série (TUBINO, 2009). As medidas de acurácia utilizadas nessa pesquisa para a avaliação da precisão dos modelos foram: *Mean Absolute Error* (MAE); *Root Mean Squared Error* (RMSE); e o coeficiente de *UTheil*, que avalia o desempenho da previsão em relação à previsão ingênua ou trivial, através dos seguintes valores:

- $U \geq 1$, o erro do modelo ajustado é maior ou igual que de uma previsão ingênua;
- $U < 1$, o erro do modelo ajustado é menor que de uma previsão ingênua.

As equações das medidas de acurácia são ilustradas na Tabela 1.

Siglas	Equações
MAE	$\frac{\sum_{t=1}^n E_t }{n} \quad (4)$
RMSE	$\sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (E_t)^2}{n}} \quad (5)$
<u>UTheil</u>	$\frac{\sqrt{\sum_{t=1}^n (E_t)^2}}{\sqrt{\sum_{t=1}^n (Z_t - Z_{t-1})^2}} \quad (6)$

Tabela 1 – Medidas de acurácia

Em que:

- E representa o erro (diferença entre o valor estimado pelo modelo e o valor real)
- Z_t representa a variável modelada

Senna (2015) define os modelos ARMAX como um modelo autorregressivo de médias móveis com dependência de uma ou mais séries exógenas, representadas no modelo pela letra “X”. As variações do modelo dependem da combinação dos componentes AR e MA, resultando nos modelos possíveis: autorregressivo com variáveis exógenas – ARX ou autorregressivo de médias móveis com variáveis exógenas – ARMAX.

A definição das variáveis exógenas pode ser obtida a partir da aplicação do teste de causalidade de Granger (1986), que permite verificar a relação de causa e efeito entre duas ou mais variáveis defasadas, verificando a procedência temporal entre as séries.

Segundo Franses (1991), o modelo ARMAX tem vantagem pois possibilita o estudo de mais de uma variável simultaneamente. Dessa forma o modelo permite a análise de variáveis exógenas defasadas correlacionadas a variável Z_t , o modelo ARMAX

genérico é representado matematicamente a seguir:

$$Z_t = c + \sum_{i=1}^p \phi_i Z_{t-i} + \sum_{j=1}^q \theta_j \varepsilon_{t-j} + \varepsilon_t + \sum_{k=1}^{Nx} \beta_k Z_{t-k} \quad (7).$$

Em que:

- Z_t representa a variável modelada
- c é a constante do modelo
- ϕ_1, \dots, ϕ_p são coeficientes dos termos autorregressivos
- Z_{t-1}, \dots, Z_{t-i} são os termos autorregressivos
- ε_t é a componente aleatória, com $\varepsilon_t \sim N(0, \sigma^2)$
- $\theta_1, \dots, \theta_q$ são coeficientes dos termos das médias móveis
- $\varepsilon_{t-1}, \dots, \varepsilon_{t-q}$ representam os termos das médias móveis
- β_1, \dots, β_k são os coeficientes dos termos das variáveis exógenas

Portanto, o modelo pretende explicar o comportamento de uma variável em função de variáveis exógenas defasadas. Nesse sentido, a aplicação do modelo ARMAX se justifica pela capacidade de identificar a relação de interação entre as variáveis, ainda sendo possível verificar até quando valores passados influem no comportamento da série (SENNÁ, 2015).

3. Materiais e Métodos

Os dados utilizados para o estudo foram retirados do site do MTE – Ministério do Trabalho e Emprego (<http://pdet.mte.gov.br/>), do site do IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (<http://www.ipeadata.gov.br>) e do site Metal Bulletin Iron Ore Index (<http://www.mbironoreindex.com/>). Foi avaliado o período de janeiro de 2009 a dezembro de 2016, a fim de capturar o comportamento recente das variáveis, com dados coletados mensalmente, totalizando 96 observações para cada série.

As variáveis selecionadas para o estudo foram: (a) a evolução do emprego por setor de atividade econômica, estratificando o saldo entre admissões e demissões no

setor “Extrativo Mineral”; (b) o índice do preço do minério de ferro a vista (US\$/ton); (c) taxa de câmbio média (R\$/US\$).

Inicialmente foi examinado o comportamento das séries estudadas, investigando sua estacionariedade e os parâmetros de autocorrelação. Posteriormente, foram identificadas as relações de causalidade por meio do teste de causalidade de Granger.

Na sequência foi ajustado um modelo ARIMA, seguindo a metodologia de Box-Jenkins para a série do “saldo de admissões no setor extrativo mineral”, o melhor modelo foi selecionado pelos critérios AIC e BIC.

Posteriormente adicionou-se as variáveis exógenas em nível e defasadas ao modelo ARIMA pré-ajustado, tratou-se a relação de “n” períodos defasados das demais variáveis na variável ajustada, e selecionado o melhor modelo ARMAX pelos critérios de AIC e BIC.

Logo após foram verificados os ruídos gerados pelo modelo, e realizado a previsão in sample, para calcular as medidas de acurácia, a fim de verificar se o modelo com a inclusão das variáveis exógenas se tornou mais acurado.

O software utilizado para a modelagem dos dados foi o *Eviews 9 SV*.

4. Resultados e Discussões

Por meio da inspeção gráfica das séries originais foi possível perceber que as variáveis SE – saldo do emprego no setor extrativista mineral (Figura 1) e MIN – índice de preço do minério de ferro (Figura 2) apresentam um comportamento semelhante, pois as oscilações das duas séries ocorrem de forma similar dentro da amostra estudada. A série DOL – taxa de câmbio média R\$/US\$ (Figura 3), por sua vez, apresenta um comportamento contrário às demais séries em suas oscilações.

Perceber-se uma forte sazonalidade na variável SE, ocorrendo queda nos valores a cada 12 meses, tal comportamento é recorrente em séries de emprego, uma vez que o mercado de trabalho possui oscilações anuais devido à fatores diversos.

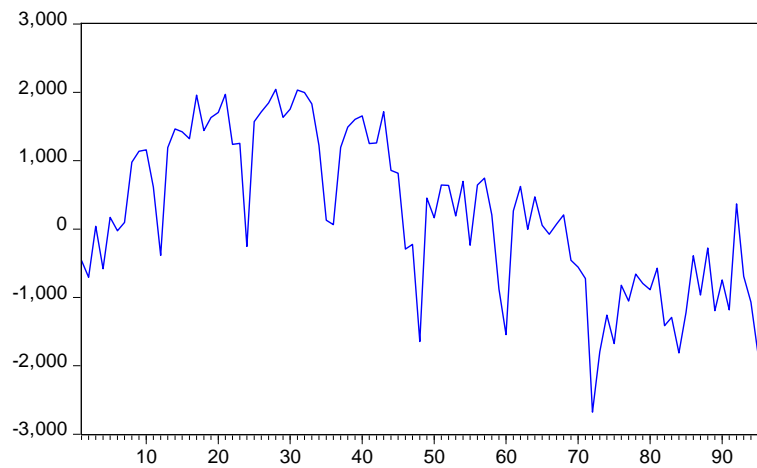


Figura 1 – SE – Saldo do emprego no setor extrativista mineral

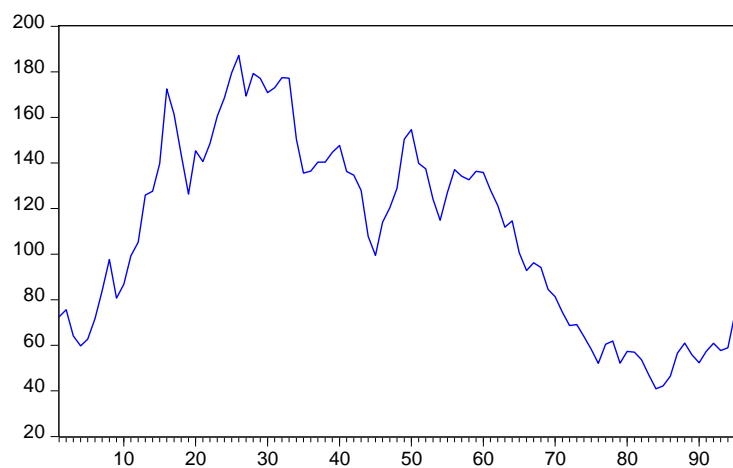


Figura 2 – MIN – Índice de preço do minério de ferro

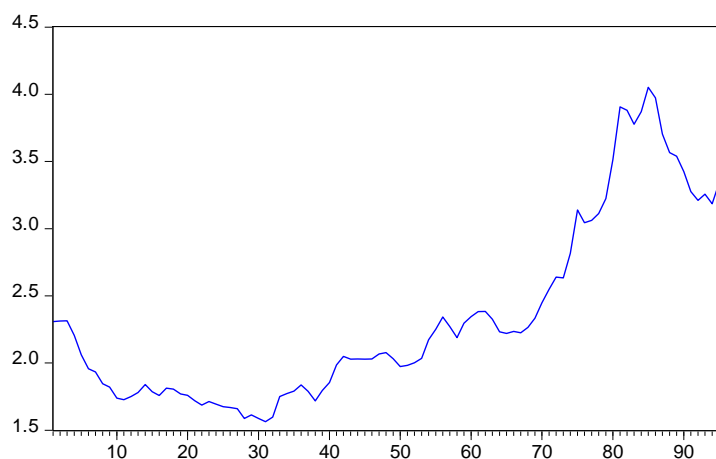


Figura 3 – DOL – Taxa de câmbio média R\$/US\$

Visualmente é possível perceber que entre o período 20 e 30 (agosto de 2010 e junho de 2011) as séries SE e MIN apresentaram simultaneamente os maiores valores dentro da amostra estudada, enquanto a série DOL no mesmo período

apresenta os menores valores, permitindo inferir por meio da inspeção visual que existe uma relação diretamente proporcional entre as séries SE e MIN e inversamente proporcional da série DOL com as demais.

Foi então aplicado o teste de causalidade de Granger (1986) para verificar a relação de causa e efeito entre as variáveis defasadas, a fim de constatar a procedência temporal entre as séries. A Tabela 2 contém os resultados do teste realizado com as variáveis do estudo.

Hipótese Nula	Estatística F	p-value
MIN → SE	6,00298	0,0036
DOL → SE	4,63705	0,0121
DOL → MIN	3,34287	0,0398

H0: série "A" não Granger causa série "B"; H1: série "A" Granger causa série "B";
Significância: $\alpha = 0,05$

Tabela 2 – Resultados do teste de causalidade de Granger

Considerando os resultados do teste, todas as variáveis apresentaram relação causal unidirecional, o diagrama a seguir ilustra a relação de causalidade entre as variáveis.

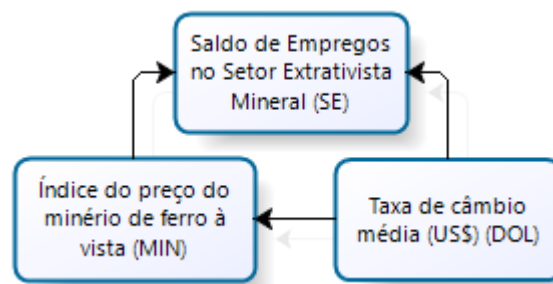


Figura 4 – Diagrama de causalidade (Granger)

As variáveis MIN e DOL causam (Granger) a variável SE, como esperado, pois o preço do minério e a taxa de câmbio de dólar influenciam nas exportações, logo resultam em impactos no mercado de trabalho desse setor. Por fim, a variável DOL causa (Granger) a variável MIN, também como esperado.

Para o ajuste dos modelos ARIMA analisou-se as funções de autocorrelação (FAC) e autocorrelação parcial (FACP), ilustradas na Figura 5. Foram identificadas as relações de correlação seriada permitindo estimar as variáveis dos modelos.

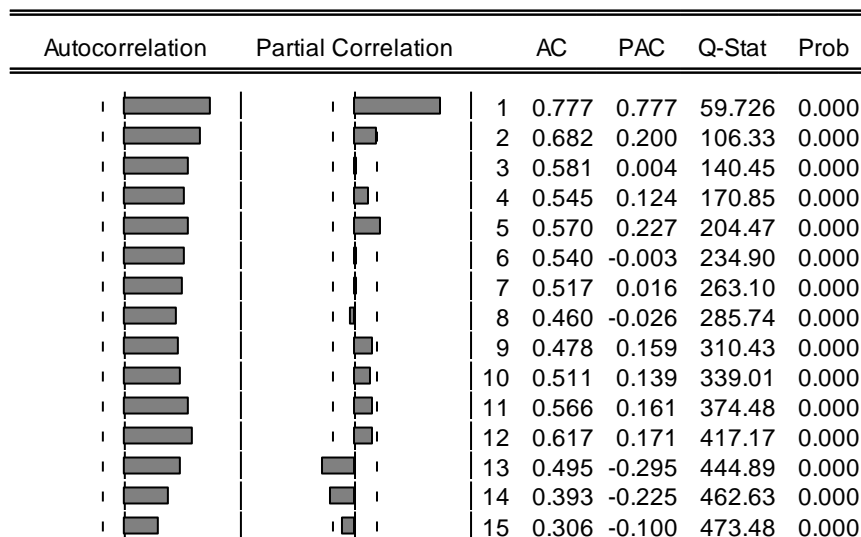


Figura 5 – FAC e FACP da série SE

Foram ajustados modelos ARIMA concorrentes, para a série SE, o melhor modelo encontrado foi um SARIMA (1,0,0)(1,0,0)₁₂, os parâmetros dos modelos concorrentes são exibidos na Tabela 3.

Modelo	Parâmetro	t-Statistic	Ruído branco
ARIMA (1,0,1)	$\phi_1 = 0,913437$	15,18145	Não
	$\theta_1 = -0,286218$	-2,89122	
AIC = 15,939 e BIC = 16,019			
ARIMA (1,0,0)	$\phi_1 = 0,823203$	11,90772	Não
	AIC = 15,967 e BIC = 16,023		
SARIMA (1,0,0)(1,0,0) ₁₂	$\phi_1 = 0,752369$	9,521818	Sim
	$\Phi_{12} = 0,563519$	5,878787	
AIC = 15,678 e BIC = 15,7585			

Tabela 3 – Estatísticas dos Modelos ARIMA concorrentes

O modelo SARIMA (1,0,0)(1,0,0)₁₂ apresentou características de ruído branco, e menor AIC e BIC em relação a seus concorrentes. Foi então adicionado ao modelo as variáveis exógenas que apresentaram causalidade de acordo com o teste de Granger, logo as séries MIN e DOL entrarão no modelo ARMAX como variáveis explicativas.

Para o ajuste do modelo ARMAX foram incluídas as variáveis MIN e DOL com 6 defasagens para cada variável, sendo eliminadas as defasagens que não foram significativas. O modelo ajustado incluiu então as variáveis exógenas com um período de defasagem em ambas, SARMAX (1,0,0)(1,0,0)₁₂ X(MIN₁, DOL₁).

Modelo	Parâmetro	t-Statistic	Ruído branco
SARIMAX(1,0,0)(1,0,0) ₁₂ MIN.1, DOL.1	$\phi_1 = 0,517205$	5,206691	Sim
	$\Phi_{12} = 0,545126$	5,824080	
	MIN = 11,72560	4,393276	
	DOL = -449,7536	-3,965929	
AIC = 15,558 e BIC = 15,693			

Tabela 4 – Estatísticas do Modelo ARMAX

O modelo ARMAX ajustado produziu ruído branco, conforme a verificação das funções FAC e FACP dos resíduos na Figura 6, assim como o modelo ARIMA, porém quanto aos critérios de seleção AIC e BIC o modelo ARMAX apresentou melhores resultados.

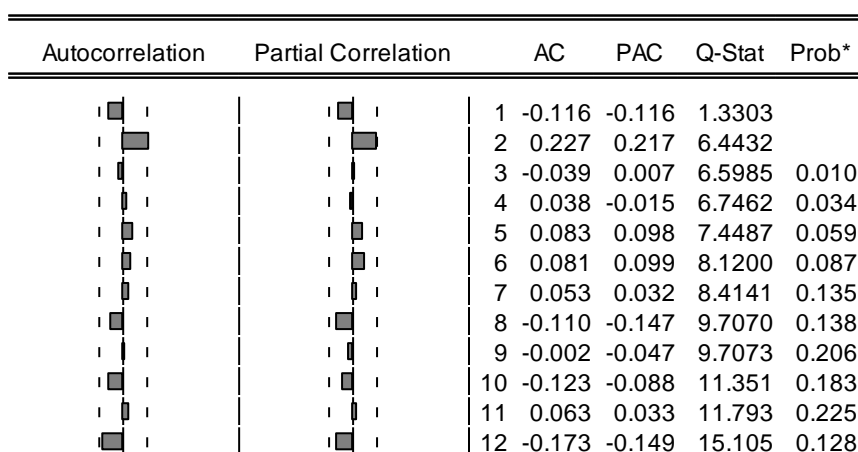


Figura 6 – FAC e FACP dos resíduos do modelo ajustado

Ao analisar os coeficientes das variáveis exógenas é possível perceber o efeito esperado, pois a variável MIN (índice de preço do minério) influencia positivamente no modelo, com coeficiente (positivo) de 11,72, enquanto a variável DOL (taxa de câmbio do dólar) afeta negativamente o modelo, com coeficiente de -449,75, uma vez que as oscilações no câmbio afetam o a comportamento das exportações. (VERÍSSIMO; XAVIER; VIEIRA, 2012)

A acurácia do modelo ajustado foi verificada pela realização da previsão in-sample, conforme a Figura 7.

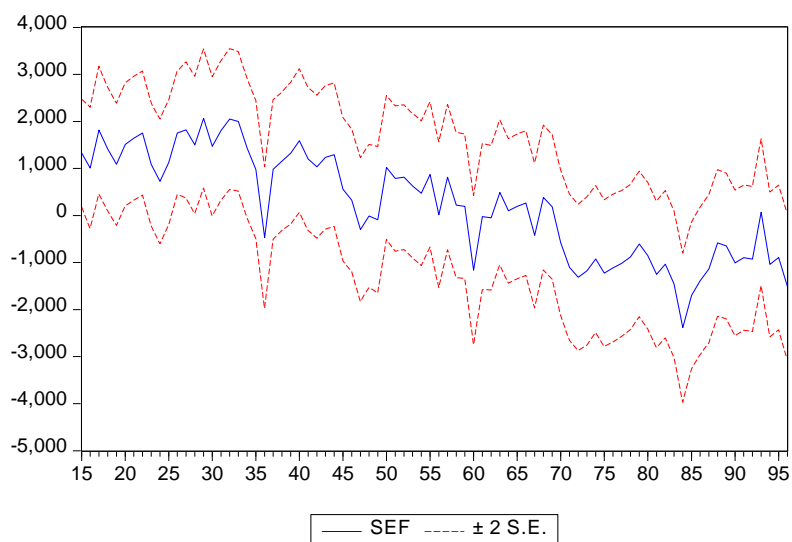


Figura 7 – Previsão in-sample da série SE

Os resultados das medidas de acurácia dos dois modelos ajustados são apresentados na Tabela 5. O modelo ARMAX, em destaque, ofereceu melhores resultados com menores erros nas previsões.

Modelo	U-Theil	MAE	RMSE
Modelo ajustado ARIMA	0,2527	453,75	580,61
Modelo ajustado ARMAX	0,2269	414,47	536,42

Tabela 5 – Medidas de acurácia dos modelos ajustados

Dessa forma, o modelo ajustado se mostrou mais acurado com a inclusão das variáveis exógenas, pois a estatística de U-Theil, assim como o erro médio absoluto (MAE) e a raiz do erro médio quadrático (RMSE) foram menores. O modelo com variáveis exógenas também apresentou melhores resultados para os critérios AIC e BIC evidenciando a influência das variáveis explicativas no modelo proposto.

5. Considerações Finais

Os impactos recentes na economia ocasionados pela crise, somados a queda do preço das commodities no mercado internacional ocasionaram mudanças no comportamento do mercado de trabalho brasileiro. Dessa forma, o estudo buscou estimar um modelo que pudesse mensurar a causalidade entre tais variáveis, assim

como a influência em termos regressivos.

Os resultados do teste de causalidade de Granger se mostraram convergentes ao esperado, uma vez que é evidente a influência da variação índice do preço do minério e da taxa de câmbio no mercado de trabalho desse setor.

Com o modelo ARMAX ajustado foi possível verificar a influência das variáveis exógenas à variável estudada. Além disso, ficou evidente que a variação do índice de preço do minério, assim como a taxa de câmbio do dólar influenciam o comportamento do mercado de trabalho brasileiro no setor.

A defasagem ajustada para as duas variáveis exógenas foi de um período, mostrando que o efeito dessas no saldo de empregos no setor ocorre no curto período de tempo, evidenciando que é possível explicar de forma significativa os valores atuais pelos valores passados da própria série, somados aos valores passados das variáveis exógenas explicativas.

Como contribuição dos resultados da pesquisa, este estudo apresentou um modelo autorregressivo de médias móveis com entradas exógenas, podendo ser utilizado tanto para previsões futuras, quanto para análise das interações dessas variáveis, propondo uma abordagem quantitativa ao problema estudado, estimando uma relação matemática entre saldo de empregos no setor, o índice de preço do minério de ferro e a taxa de câmbio do dólar.

Como pesquisas futuras, sugere-se a utilização de outros modelos multivariados que possam estudar a relação entre essas variáveis, como os modelos de vetores autorregressivos (VAR) e os modelos de regressão múltipla, permitindo trazer novas evidências empíricas ao problema estudado.

6. Agradecimentos

Agradecemos ao LAME – Laboratório de Análise e Modelagem Estatística da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, pelo espaço utilizado, assim como softwares e equipamentos.

Agradamos à CAPES pelo apoio financeiro na forma de concessão de bolsas de estudo.

Referências

- AMATO, F. Balança comercial registra em 2014 primeiro déficit desde 2000. Disponível em: <<http://g1.globo.com/economia/noticia/2015/01/balanca-comercial-registra-em-2014-primeiro-deficit-desde-2000.html>>. Acesso em junho de 2015.
- BOX, G. E. P.; JENKINS G. M. Time Series Analysis, forecasting and control. San Francisco: Holden Day, 1970.
- BRANCO, A. L. O. C. A Produção de Soja no Brasil: Uma Análise Econométrica no Período de 1994-2008. Campinas, Pontifícia Universidade Católica de Campinas Centro de Economia e Administração Faculdade de Ciências Econômicas, São Paulo, 2008.
- CAGED – Cadastro Geral de Empregados e Desempregados. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/trabalhador-caged>>. Acesso em: agosto/2016.
- ERTEN, B; OCAMPO, J. A. Super cycles of commodity prices since the mid-nineteenth century. World Development, v. 44, p. 14-30, 2013.
- FRANSES, Philip Hans. Primary Demand for Beer in The Netherlands: Na Application of ARMAX Model Specification. Journal of Marketing Research, Chicago, v. 28, n. 2, p. 240-245, 1991.
- GRANGER, C. W. J. Developments in the Study of Cointegrated Economic Variables. Oxford Bulletin of Economics and Statistics. v. 48, p.213-228, ago. 1986.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em: agosto/2016.
- IBRAM. Informações e Análises da Economia Mineral Brasileira. 7º Ed. Disponível em: <<http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00004035.pdf>>. Acesso em: junho 2015.
- KIRCHNER, R.; SOUZA, A.M.; STUMM, E.M.F. A modelagem como ferramenta de gestão. Latin American Journal of Business Management. v. 2, n. 1, p. 223. Taubaté, 2011.
- MARASCA, L.; SANTOS, E. P.; UEDA, R. M.; DAPPER, S. N.; SOUZA, A. M. Desemprego no Brasil: Uma Análise Política, Econômica e Social. Rev. FSA, Teresina, v. 14, n. 3, art. 5, p. 86-107, mai./jun. 2017.
- MDIC. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comercio Exterior. Exportação

Mercado de Commodities. Disponível em <http://www.mdic.gov.br/sistemas_web/aprendex/cooperativismo/index/conteudo/id/304>. Acesso em: junho 2015.

MORETTIN, Pedro A. Econometria financeira: um curso de séries temporais financeiras. São Paulo: Blucher, 2008.

NORONHA, M.O.; SOUZA, A.M; ZANINI, R.R. Aplicação da metodologia Box & Jenkins para modelagem da emissão de Certificados ISO 14001 no Brasil. Revista Espacios. v. 37, n. 12 p. 28. Caracas, 2016.

PEREIRA, L. B. V. Diversificar Pauta: é Saída para Exportações. IBRE O Instituto Brasileiro de Economia da Fundação Getúlio Vargas. Disponível em: <<http://librepensar.ibre.fgv.br/posts/diversificar-pauta-e-saida-para-exportacoes>>. Acesso em: 10 abr. 2015.

PRONI, M. W. Teorias do desemprego: debates contemporâneos. Revista Pesquisa & Debate. São Paulo. Vol. 27. Número 1(49), 2016

RAMSER, C. A. S. Análise das Interações Entre as Principais Commodities Minerais Brasileiras. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Maria, 2016.

REIS, J. C.; SILVA, H. Mineração e desenvolvimento em Minas Gerais na década 2000-2010. Novos Cadernos NAEA, v. 18, n. 3, p. 73-100, set-dez. 2015.

SENNA, V. A relação dos gastos em programas de assistência social com as variáveis macroeconômicas brasileiras. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Maria, 2015.

SOUZA, F. M. Modelos de Previsão: Aplicações à Energia Elétrica. 1. ed. Appris: Curitiba, 2016.

TUBINO, D.F. Planejamento e controle da produção: teoria e prática. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

VERÍSSIMO, M. P.; XAVIER, C. L.; VIERIA, F. V. Taxa de Câmbio e Preços de Commodities: Uma Investigação sobre a Hipótese da Doença Holandesa no Brasil. Economia, Brasília, v.13, n.1, p.93–130, jan/abr, 2012.