



University of  
Texas Libraries



e-revist@s



Centro Unversitário Santo Agostinho

# revistafsa

www4.fsnet.com.br/revista

Rev. FSA, Teresina, v. 15, n. 5, art. 6, p. 112-129, set./out. 2018

ISSN Impresso: 1806-6356 ISSN Eletrônico: 2317-2983

http://dx.doi.org/10.12819/2018.15.5.6

DOAJ DIRECTORY OF  
OPEN ACCESS  
JOURNALS

WZB  
Wissenschaftszentrum Berlin  
für Sozialforschung



## Análise e Modelagem do Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE) a Partir da Metodologia de Box-Jenkins

### Analysis and Modeling of the Corporate Sustainability Index (CSI) From the Box-Jenkins Methodology

#### Icaro Romolo Sousa Agostino

Mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Maria  
Graduação em Engenharia de Produção pela Universidade Ceuma  
E-mail: icaroagostino@gmail.com

#### Maiara de Oliveira Noronha

Mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Maria  
Graduação em gestão ambiental pela Universidade Federal do Pampa  
E-mail: mai.ol.noronha@gmail.com

#### Leticia Marasca

Mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Maria  
Graduação em Administração pela Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões  
E-mail: leticiamarasca@yahoo.com.br

#### Edson Paulo dos Santos

Graduação em Psicologia pela Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões  
E-mail: edsonpaulopsi@gmail.com

#### Adriano Mendonça Souza

Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina  
E-mail: msouza.sm@gmail.com

#### Endereço: Icaro Romolo Sousa Agostino

Universidade Federal de Santa Maria. Campus Camobi.  
97105900 - Santa Maria, RS – Brasil.

#### Endereço: Maiara de Oliveira Noronha

Universidade Federal de Santa Maria. Campus Camobi.  
97105900 - Santa Maria, RS – Brasil.

#### Endereço: Leticia Marasca

Universidade Federal de Santa Maria. Campus Camobi.  
97105900 - Santa Maria, RS – Brasil.

#### Endereço: Edson Paulo dos Santos

Clínica Escola J. Barcaro, Clínica Particular. Rua  
Marquês de Tamandaré, Centro. 98803386 - Santo  
Ângelo, RS - Brasil

#### Endereço: Adriano Mendonça Souza

Universidade Federal de Santa Maria. Campus Camobi.  
97105900 - Santa Maria, RS – Brasil.

**Editor-Chefe: Dr. Tonny Kerley de Alencar  
Rodrigues**

**Artigo recebido em 23/03/2018. Última versão  
recebida em 09/04/2018. Aprovado em 10/04/2018.**

**Avaliado pelo sistema Triple Review: a) Desk Review  
pelo Editor-Chefe; e b) Double Blind Review  
(avaliação cega por dois avaliadores da área).**

**Revisão: Gramatical, Normativa e de Formatação**



## RESUMO

O atual cenário empresarial tem exigido das organizações um posicionamento em relação às questões de cunho socioambiental. O índice de sustentabilidade empresarial (ISE) é uma ferramenta da BM&FBOVESPA que permite analisar a performance das organizações sob o aspecto da sustentabilidade corporativa. Portanto, o objetivo do presente artigo é analisar o comportamento temporal do ISE, assim como ajustar um modelo de previsão por meio da metodologia de Box-Jenkins. O estudo utilizou dados coletados no portal ISEBVMF, referentes à evolução do ISE com periodicidade mensal, compreendidos entre janeiro de 2006 e dezembro de 2017. O processo gerador da série se deu por médias móveis de ordem 1, necessitando de uma diferença para tornar a série estacionária. Foi possível observar que o modelo final ARIMA (0,1,1) apresentou uma memória de curto prazo, permitindo evidenciar que o ISE é influenciado por acontecimentos externos com rápida influência sobre os períodos futuros.

**Palavras-chave:** Índice de Sustentabilidade Empresarial. Responsabilidade Social Corporativa. Metodologia Box-Jenkins.

## ABSTRACT

The current business scenario has required organizations to position themselves in relation to socio-environmental issues. The corporate sustainability index (CSI) is a BM&FBOVESPA tool that allows analyzing the performance of organizations under the corporate sustainability aspect. Therefore, the objective of this paper is to analyze the temporal behavior of the ISE, as well as to fit a forecast model through the Box-Jenkins methodology. The study used data collected in the ISEBVMF portal, referring to the evolution of the CSI with monthly frequency, between January 2006 and December 2017. The generating process of the series was by moving averages of order 1, requiring a difference to make the series stationary. It was possible to observe that the final model ARIMA (0,1,1) presented a short-term memory allowing to show that the ISE is influenced by external events with a rapid influence on future periods.

**Keywords:** Business Sustainability Index. ARIMA models. Corporate social responsibility.

## 1 INTRODUÇÃO

O cenário empresarial é constantemente influenciado por mudanças no comportamento do consumidor na economia e na legislação. Dessa maneira, as organizações devem estar preparadas para suprir as demandas de seus *stakeholders* e continuar competitivas frente a seus concorrentes. As exigências dos *stakeholders* e a forma com que as organizações tratam as questões de cunho socioambiental são algumas das razões para a valorização das ações dessas empresas na bolsa de valores (MACHADO; MACHADO; CORRAR, 2009).

Diante deste contexto, a decisão dos investidores considera que as empresas com práticas de sustentabilidade empresarial geram maior valor de retorno no longo prazo, porque estão mais preparadas diante das mudanças nos cenários econômico, social e ambiental (MACHADO *et al.*, 2012).

O primeiro índice a avaliar o desempenho financeiro das empresas líderes em sustentabilidade, *Dow Jones Sustainability (DSJI)*, foi criado em 1999 nos EUA, enquanto no Brasil, o primeiro fundo de investimento, formado por empresas reconhecidas por desenvolverem boas práticas de responsabilidade social, ambiental e corporativa, foi o Fundo Ethical, criado em 2001 pelo Banco ABN AMRO. Em 2005 foi lançado o Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE) pela BM&FBOVESPA, um indicador composto de ações emitidas por empresas rentáveis que apresentam alto grau de comprometimento com sustentabilidade e responsabilidade social (MACHADO *et al.*, 2012).

Portanto, o objetivo desta pesquisa é analisar o comportamento temporal do Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE) da bolsa de valores de São Paulo, BM&FBOVESPA, no período de 2006 a 2017 e ajustar um modelo capaz de prever o comportamento do indicador por meio da metodologia de análise e modelagem de séries temporais de Box-Jenkins.

Além dessa introdução, o presente estudo está organizado em mais quatro seções. Na próxima seção é apresentada uma revisão de literatura, que está fundamentada em três tópicos relevantes para a discussão do tema desta pesquisa. O primeiro trata da Responsabilidade Social Corporativa (RSC), enquanto o segundo é uma abordagem do Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE) e, por fim, são apresentados os conceitos sobre modelos de séries temporais. Na terceira seção são descritos os métodos para análise da série em estudo, na seção seguinte são apresentados os resultados da investigação e as discussões. E na última seção, são apresentadas as considerações finais.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção são apresentados os fundamentos teóricos que suportam o estudo, divididos nos tópicos: Responsabilidade Social Corporativa, Índice de Sustentabilidade Empresarial e Metodologia de Box-Jenkins.

### 2.1 Responsabilidade Social Corporativa

Além de ser uma informação relevante para os investidores, o desempenho socioambiental das organizações é importante para clientes, empregados, fornecedores, comunidade e governos, pois é uma forma de demonstração das ações de Responsabilidade Social Corporativa (RSC) dessas empresas. A RSC é conceituada por Carroll (1979), como a responsabilidade das corporações com a sociedade, além de suas obrigações econômicas e legais. Assim, é importante a definição e compreensão da missão da organização em consonância com os princípios da sustentabilidade, ou seja, a busca da continuidade das relações além do mercado em que as empresas se comprometem com a qualidade de suas marcas e produtos, bem como assumem o compromisso com seus valores morais para o desenvolvimento da comunidade na qual estão inseridas (ASHLEY, 2002).

Desde a publicação de documentos importantes pela Organização das Nações Unidas, como a Agenda 21 e a Declaração do Milênio, a partir dos anos 2000 se intensificou a discussão sobre o papel das organizações e suas ações de responsabilidade social. Desde então, são apresentados diversos instrumentos que visam promover os objetivos de melhoria das condições sociais e ambientais nas comunidades em que as organizações exercem suas atividades (OLIVEIRA; FERREIRA; LIMA, 2015).

A compreensão do conceito da RSC em nível organizacional pode ser facilitada por meio da descrição das suas subcategorias. Assim, a RSC econômica está relacionada com a parcela do lucro direcionada aos acionistas, a legal diz respeito à observância das leis; a ética está ligada ao comportamento esperado por parte das empresas e que não são previstos por lei; e a discricionária refere-se à ação voluntária que não se encontra prevista em nenhuma das outras modalidades de responsabilidade social (SANTOS; SCHLICHTING; CORREA, 2013).

Nesse sentido, a teoria dos *stakeholders* postula que há uma relação positiva entre RSC e o desempenho financeiro das atividades empresariais, pois as decisões dos gestores afetam os diversos grupos envolvidos, sejam clientes, fornecedores, empregados, comunidade e órgãos governamentais. O fundamento dessa teoria está alicerçado na ideia de que as ações

de uma organização devem levar em consideração a otimização dos resultados para todos os *stakeholders* (MACHADO FILHO; ZYLBERSZTAJN, 2004).

Dessa forma, as exigências dos *stakeholders*, quanto às questões socioambientais, têm provocado mudanças nas práticas empresariais, as quais são vistas como estratégia de negócios, pois as empresas passam a adotar uma postura de gestão em conformidade com as necessidades dos seus clientes, fornecedores e da sociedade (ANDRADE *et al.*, 2013).

## 2.2 Índice de Sustentabilidade Empresarial

O ISE consiste em um índice de sustentabilidade empresarial nos moldes dos índices *Dow Jones Sustainability Index (DJSI)*, *FTSE4Good Series* e *Johannesburg Stock Exchange SRI Index*. A criação desse indicador se deu para propiciar um ambiente de investimento compatível com as demandas de desenvolvimento sustentável da sociedade contemporânea e estimular a RSC, considerando aspectos de governança corporativa e sustentabilidade empresarial, eficiência econômica, equilíbrio ambiental e justiça social (BM&FBOVESPA, 2017).

A importância do Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE) se justifica por apresentar uma carteira de empresas que possuem reconhecido comprometimento com a responsabilidade social e ambiental em suas atividades (NUNES *et al.*, 2010). Para fazer parte da carteira teórica do índice, que é composto por até 40 empresas, as organizações precisam responder a um questionário e, posteriormente, atender aos pré-requisitos estabelecidos pelo Conselho Deliberativo do ISE (CISE). Esse questionário considera o desempenho da companhia em sete dimensões que avaliam, entre outros, elementos ambientais, sociais e econômico-financeiros de forma integrada (BM&FBOVESPA, 2017).

Todas as dimensões são subdivididas em um conjunto de critérios e estes em indicadores. O preenchimento do questionário é voluntário e demonstra o comprometimento da empresa com as questões de sustentabilidade. A BM&FBOVESPA atribui pesos para cada dimensão do questionário, subdividindo essas em critérios ponderados pela relevância do tema no contexto atual da gestão empresarial e demandas sociais (AUGUSTINI *et al.*, 2015).

Após o envio das respostas, as empresas devem apresentar documentos corporativos que comprovem, de forma amostral, as respostas assinaladas. As respostas das companhias geram seu desempenho quantitativo, enquanto os documentos corporativos geram o desempenho qualitativo. Juntos, tais desempenhos compõem uma matriz de resultados, que serve de base para avaliação do CISE e decisão sobre o grupo de empresas que irão compor a carteira (BM&FBOVESPA, 2017).

Diversos estudos têm tratado do ISE, investigando sua relação com os demais aspectos organizacionais das empresas participantes da carteira. Agustini *et al.* (2015) investigaram o impacto econômico das empresas constituintes do índice, encontrando uma relação positiva entre esses aspectos. Outro estudo realizado por Silva *et al.* (2015) demonstrou que empresas listadas no ISE possuem menor volatilidade, assim como menor exposição ao risco, quando comparadas as demais empresas.

Em comparação com o índice geral IBOVESPA, desde sua criação até meados de 2008, o ISE não apresentou grandes diferenças até que, com a crise internacional dos derivativos iniciada no fim de 2008, o IBOVESPA apresentou maior queda, fortalecendo a importância do indicador (MARCONDES; BACARJ, 2010). Segundo Agustini *et al.* (2015), desde a sua criação em 2005 até 2013, o ISE apresentou taxa de crescimento acumulado superior ao do IBOVESPA.

### 2.3 Metodologia Box-Jenkins

A metodologia de Box-Jenkins se refere aos modelos ARIMA (autorregressivos integrados de médias móveis), utilizados para análise e modelagem de séries temporais. O estudo do comportamento de séries de dados em relação ao tempo permite conhecer o processo gerador da série, assim como a modelagem para a realização de previsões (SOUZA, 2016).

Um pressuposto básico para a utilização da modelagem ARIMA é da estacionariedade dos dados. Dessa forma, a série temporal deve possuir média e variância constante, com ausência de tendência, garantindo a precisão do modelo para todo o período analisado (MORETTIN; TOLOI, 2004; GUJARATI; PORTER, 2011). Caso a série seja não-estacionária, aplica-se uma transformação nos dados através de diferenças. Em geral, a primeira diferença estacionariza a média, e a segunda, a variância (SOUZA; SOUZA; MENEZES, 2013).

Os testes de raízes unitárias Dickley-Fuller Aumentado – ADF (DICKEY, 1984), e o Kwiatkowski, Phillips, Schmidt e Shin - KPSS (KWIATKOWSKI *et al.*, 1992) comumente são utilizados para verificar a estacionariedade dos dados, e a utilização conjunta dos testes, pois, é sugerida para a obtenção de maior acurácia quanto ao grau de estacionariedade dos dados (BUENO, 2008; SOUZA, 2016).

Os modelos ARIMA resultam da combinação dos componentes autorregressivos (AR), filtro de integração (I) e dos componentes de médias móveis (MA). A modelagem utilizando a

metodologia de Box-Jenkins segue um ciclo, com o objetivo de ajustar o melhor modelo para a série de dados estudada de acordo com as seguintes etapas: identificação, em que é realizada a análise da função de autocorrelação (FAC) e autocorrelação parcial (FACP) da série, etapa está em que são selecionados os componentes do modelo; estimação, em que são estimados os parâmetros do modelo por meio do Método de Mínimos Quadrados Ordinários; validação, em que verifica-se o ajuste do modelo em relação ao comportamento real da série; previsão, que somente é realizada se as etapas anteriores foram atendidas. No caso de escolha de um modelo não adequado à série, este ciclo é repetido (GUJARATI; PORTER, 2011).

Os modelos ARIMA  $(p, d, q)$ , genericamente, são representados pela equação 1, em que  $B$  representa o operador retroativo,  $d$ , o número de diferenciações,  $\phi$ , o parâmetro autorregressivo de ordem  $p$ ,  $\theta$ , o termo de médias móveis de ordem  $q$  (SOUZA *et al.*, 2011).

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

Os resíduos produzidos pelo modelo ajustado são definidos pela diferença entre os valores reais da série temporal modelada e os valores previstos, no sentido que, quanto menor o erro, mais adequado é o modelo. Para um modelo adequadamente ajustado, a sequência de erros deve ser não autocorrelacionada, com média zero e variância constante. Quando os resíduos atendem esses requisitos são denominados de ruído branco (BUENO, 2008).

A definição da escolha pelo melhor modelo é baseada pelos critérios penalizadores: *Bayesian Information Criterion* – BIC (SCHWARZ, 1978) e *Akaike Information Criterion* – AIC (AKAIKE, 1973), conforme equações 2 e 3.

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

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

Onde:  $p$  e  $q$  são os parâmetros conhecidos,  $n$  é o tamanho da amostra,  $\ln$ , o logaritmo neperiano e  $\sigma^2$ , a variância estimada dos erros.

A decisão é realizada, levando em conta a minimização dos critérios penalizadores, ou seja, o melhor modelo será o que apresentar os menores valores de AIC e BIC.

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 (MONTGOMERY; JENNINGS;

KULAHCI, 2015). As medidas de acurácia utilizadas nessa pesquisa para a avaliação da precisão dos modelos foram: *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE); *Mean Absolute Error* (MAE); 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.

Tabela 1 – Medidas de acurácia

Siglas	Equações
MAE	$\frac{\sum_{t=1}^n  E_t }{n} \quad (4)$
MAPE	$\frac{\sum_{t=1}^n  E_t/Y_t  * 100}{n} \quad (5)$
UTheil	$\frac{\sqrt{\sum_{t=1}^n (E_t)^2}}{\sqrt{\sum_{t=1}^n (Z_t - Z_{t-1})^2}} \quad (6)$

Fonte: Adaptado de Montgomery, Jennings e Kulahci (2015).

Em que:  $E$  representa o erro (diferença entre o valor estimado pelo modelo e o valor real);  $Z_t$  representa a variável modelada.

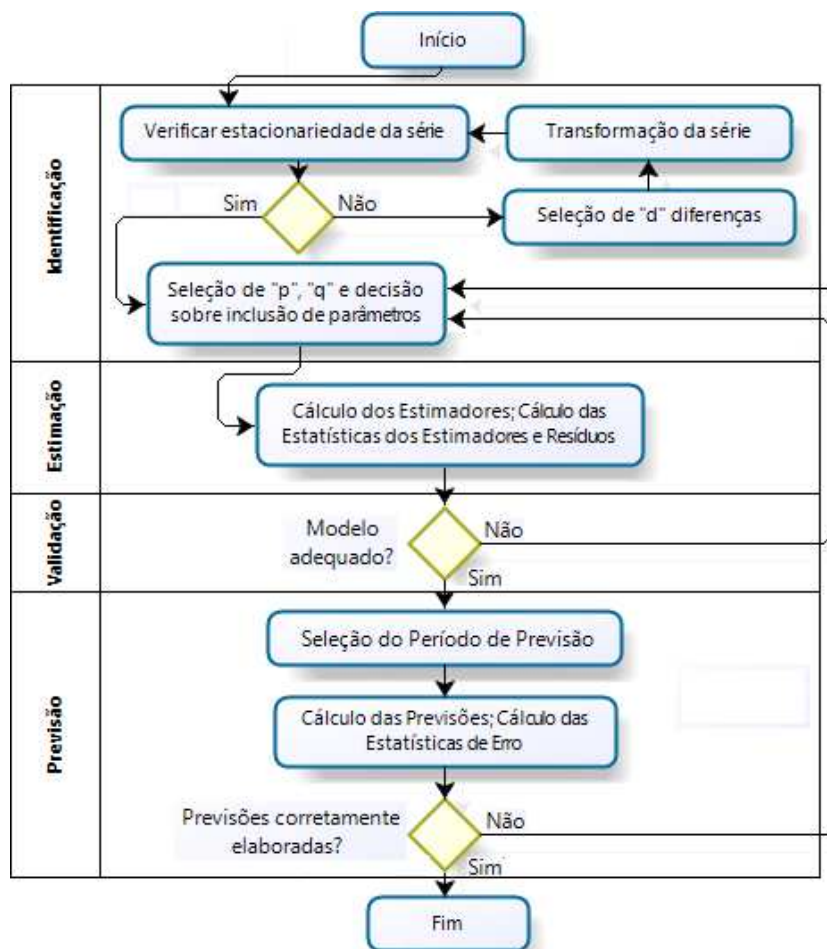
### 3 METODOLOGIA

As observações utilizadas para a modelagem são referentes ao Índice de Sustentabilidade Empresarial; os dados foram coletados no site da BM&FBOVESPA (<http://isebvmf.com.br/>), e correspondem ao período de janeiro de 2006 a dezembro de 2017, totalizando 144 observações. A série temporal foi dividida em duas partes, sendo a primeiro período de treino com cerca de 80% das observações (correspondendo ao período de janeiro de 2006 a dezembro de 2015), e segunda, a fase de teste com cerca de 20% das observações (janeiro de 2016 a dezembro de 2017). A fase de treino foi utilizada para o ajuste dos modelos concorrentes, enquanto a de teste, para a avaliação das medias de acurácia.

A modelagem ARIMA seguiu as etapas referentes à metodologia de análise de séries temporais proposta por Box-Jenkins (BOX; JENKINS, 1970). Na Figura 1 apresentam-se as etapas do processo de modelagem.



Figura 1 – Etapas da metodologia de Box-Jenkins



Fonte: Adaptado de Pereira e Requeijo (2008).

**Etapa 1 - Identificação:** nesta fase será verificada a estacionariedade da série por meio da inspeção visual e dos testes de raízes unitárias ADF e KPSS. Caso a série não seja estacionária em nível, será aplicada diferença e, novamente, verificada a estacionariedade. Esse procedimento é repetido até que a série se torne estacionária em " $d$ " diferenças.

**Etapa 2 – Estimação:** serão estimados os parâmetros dos modelos concorrentes e identificado o número de defasagens dos parâmetros, através da análise gráfica da autocorrelação e autocorrelação parcial da série. Ainda nessa etapa é realizada a investigação dos resíduos dos modelos ajustados.

**Etapa 3 – Validação:** o modelo validado será selecionado entre os modelos concorrentes pelos critérios de AIC e BIC, assim como pela análise dos resíduos.

**Etapa 4 – Previsão:** para o presente estudo as previsões serão realizadas tanto para a fase de treino, quanto de teste, possibilitando avaliar a precisão do modelo fora da amostra de dados utilizada para seu ajuste; dessa forma serão calculada as estatísticas de erro MAE, MAPE e

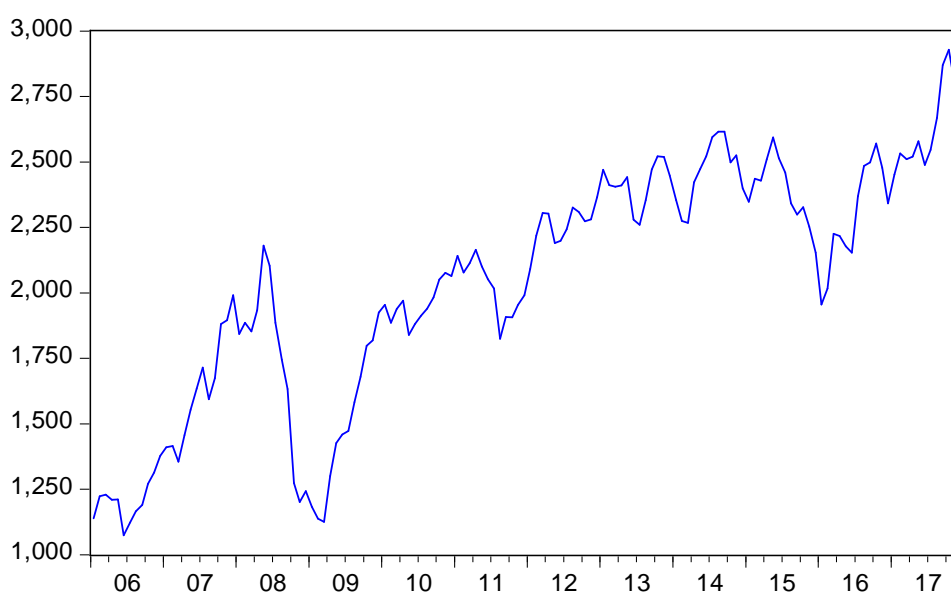
UTheil, avaliando a capacidade do modelo como previsor do comportamento futuro da série temporal analisada.

O *software* utilizado para o tratamento e modelagem da série temporal foi o Eviews 9.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O Índice de Sustentabilidade Empresarial apresentou duas grandes quedas, conforme pode ser observado na Figura 2, resultantes de acontecimentos relevantes que influenciaram significativamente a série. A maior queda aconteceu entre 2008 e 2009, o que é apontado como possível reflexo da crise econômica mundial que afetou negativamente as operações e negócios das organizações. Ao observar o período após 2014, pode-se perceber uma queda significativa, que ocorreu entre 2015 e 2016, fato que sugere uma possível influência das instabilidades política e econômica no país nesse período, para redução de investimentos das empresas em práticas de cunho socioambiental.

Figura 2 – Índice de Sustentabilidade Empresarial



Fonte: BM&FBOVESPA (2018).

Ainda de acordo com a inspeção gráfica da Figura 2, observa-se que a série possui uma tendência crescente, com picos e quedas significativas, indicando que a mesma não é estacionária; dessa forma, foram realizados os testes ADF e KPSS para confirmar esta hipótese. Na Tabela 2 apresentam-se os resultados dos testes de raízes unitárias realizados,

sendo que a hipótese de não estacionariedade da série original foi confirmado, pois os dois testes convergem seus resultados, indicando a necessidade da realização de uma diferença.

Tabela 2 – Resultado dos testes de raízes unitárias

	ADF <sup>a</sup>	KPSS <sup>b</sup>
Série em nível	0,6118 ( $p = 0,84$ ) <sup>c</sup>	1,3238 <sup>d</sup>
Série em 1 <sup>a</sup> diferença	<b>-9,0772 (<math>p &gt; 0,00</math>)<sup>c</sup></b>	<b>0,0408<sup>d</sup></b>

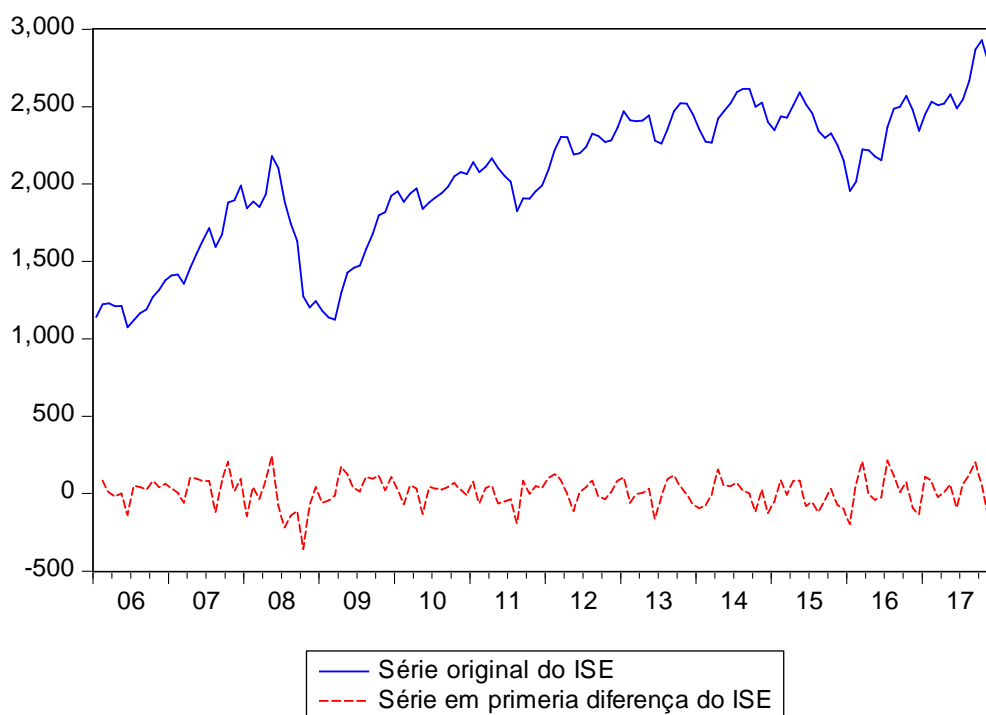
<sup>a</sup>  $H_0$ : a série possui uma raiz unitária;  $\alpha = 0,05$ ; <sup>b</sup>  $H_0$ : a série é estacionária;  $\alpha = 0,05$ ;

<sup>c</sup> Valor crítico para o teste ADF: -1,9430; <sup>d</sup> Valor crítico para o teste KPSS: 0,4630

Fonte: Elaborado pelos autores.

Na Figura 3, observa-se a série original e a série transformada com aplicação de uma diferença ( $d = 1$ ), sendo possível confirmar visualmente os resultados dos testes de raízes unitárias realizados.

Figura 3 – Série original e série em primeira diferença

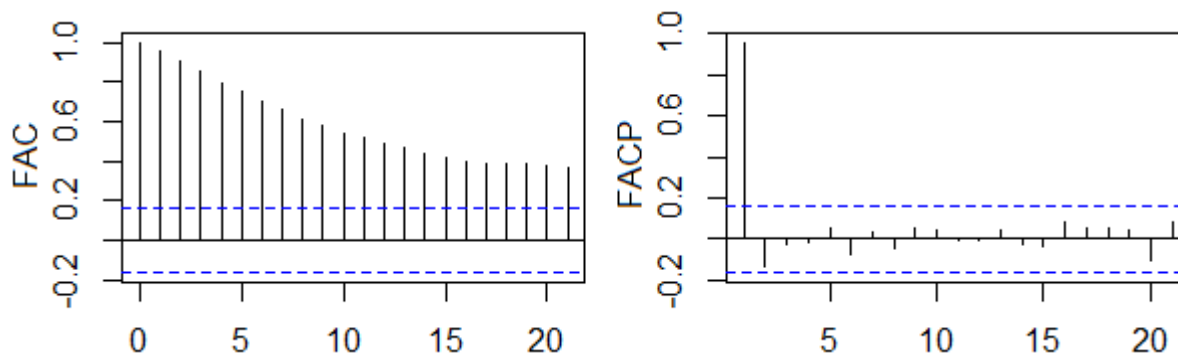


Fonte: Elaborado pelos autores.

Para analisar a dependência temporal da série foram traçadas a função de autocorrelação (FAC), e a função de autocorrelação parcial (FACP), conforme Figura 4. A

série possui uma estrutura de autocorrelação significativa, com dependência entre os períodos  $Z_t$  e  $Z_{t-1}$ , assim como autocorrelação significativa entre seus resíduos.

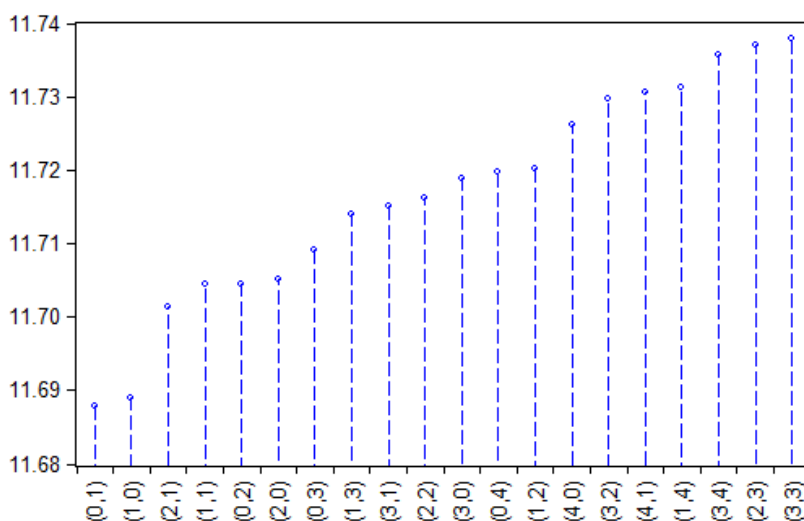
Figura 4 – Função de autocorrelação e autocorrelação parcial da série original



Fonte: Elaborado pelos autores.

Em seguida foram ajustados 20 modelos concorrentes com objetivo de selecionar o melhor modelo na fase de teste. Os modelos foram ordenados de acordo com os valores de AIC. Na Figura 5, estão dispostos os modelos concorrentes ajustados.

Figura 5 – Valores de AIC dos modelos concorrentes



Fonte: Elaborado pelos autores.

Na Tabela 3, são apresentados os 5 modelos com menores valores de AIC, assim como seus parâmetros, o nível de significância (*p-value*), os valores para o critério BIC e a verificação das características dos ruídos gerados por cada modelo.

Tabela 3 – Modelos ARIMA ajustados para a série temporal do ISE

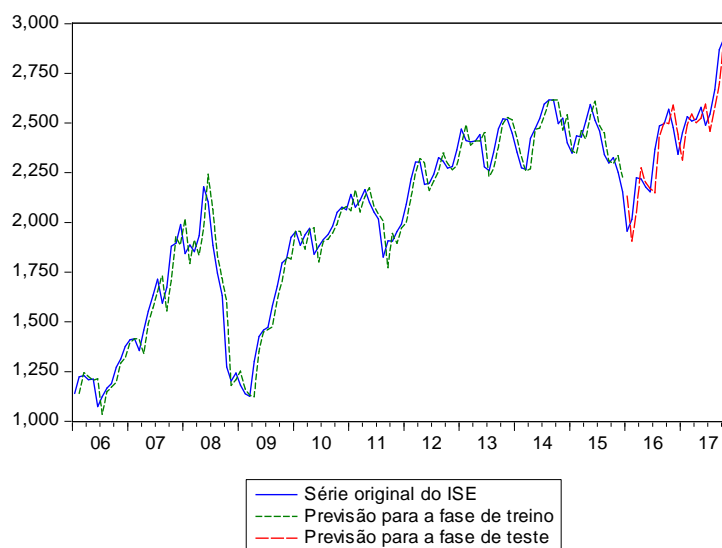
Modelo	AR(p)	p-valor	MA(q)	p-valor	RB	AIC	BIC
ARIMA (0,1,1)	-	-	$\theta_1 = 0,283$	0,001	Sim	11,768	11,832
ARIMA (1,1,0)	$\phi_1 = 0,271$	0,004	-	-	Sim	11,787	11,834
ARIMA (2,1,1)	$\phi_1 = -0,577$ $\phi_2 = 0,166$	0,002 0,186	$\theta_1 = 0,866$	< 0,001	Sim	11,799	11,893
ARIMA (1,1,1)	$\phi_1 = 0,059$	0,863	$\theta_1 = 0,224$	0,491	Não	11,802	11,872
ARIMA (0,1,2)	-	-	$\theta_1 = 0,283$ $\theta_2 = 0,003$	0,003 0,971	Sim	11,802	11,872

Fonte: Elaborado pelos autores.

O melhor modelo que representa a série do Índice de Sustentabilidade Empresarial é o modelo ARIMA (0,1,1), que apresentou as melhores estatísticas para os critérios penalizadores AIC e BIC e apresentou, ainda, características de ruído branco em seus resíduos, além de todos os parâmetros significativos.

Como as estatísticas de validação do modelo apresentaram-se adequadas, foi possível a realização de previsões, conforme Figura 6. É possível perceber que o modelo ajustado captou o comportamento da série temporal, tanto para a fase de treino quanto de teste.

Figura 6 – Previsão da série Índice de Sustentabilidade Empresarial



Fonte: Elaborado pelos autores.

As estatísticas de previsão MAPE, MAE e UTheil foram realizadas para comprovação da adequação do modelo, conforme Tabela 4. O modelo apresentou um valor menor que 1 para a estatística de UTheil, tanto no período de treino, quanto no de teste, indicando que o modelo ajustado é melhor predictor em relação a uma previsão ingênua. Para as estatísticas de MAPE e MAE os valores calculados demonstram baixo erro nas duas fases de avaliação, qualificando o modelo como um bom predictor do comportamento futuro do ISE.

Tabela 4 – Medidas de Acurácia do Modelo Ajustado

<b>ARIMA (0,1,1)</b>		
	<b>TREINO</b>	<b>TESTE</b>
<b>MAE</b>	66,916	84,967
<b>MAPE</b>	3,6398	3,5377
<b>UTheil</b>	0,0214	0,0211

Fonte: Elaborado pelos autores.

Observa-se, então, que o modelo ajustado é adequado para a realização de previsões uma vez que o ISE é um importante índice no contexto atual da economia, refletindo o estímulo em investimentos em empresas com responsabilidade social corporativa. Dessa forma, o modelo proposto permite a análise e realização de previsões acuradas com embasamento científico, dentro dos critérios metodológicos proposto na literatura de séries temporais.

Outra importante discussão, resultante do processo de modelagem, é que o modelo final apresentou uma memória de curto prazo, em que o processo gerador da série é de médias móveis de ordem 1, apesar da sua autocorrelação ser significativa. Isso permite evidenciar que o ISE é influenciado por acontecimentos externos com rápida influência sobre os períodos futuros.

Tal afirmação pode ser corroborada, a partir da verificação do comportamento da série entre o período de 2008 e 2009, o que é apontado como possível reflexo da crise econômica mundial que afetou negativamente as operações e negócios das organizações. Nesse mesmo sentido Andrade *et al.* (2013) investigaram o ISE e sua relação com demais variáveis macroeconômicas, e os resultados do estudo evidenciaram que as mudanças na economia, como uma crise financeira, podem influenciar no nível de investimentos em sustentabilidade empresarial, pois 2008 foi o ano com menor registro de empresas listadas no ISE.

Outros estudos que analisaram o ISE encontraram resultados que corroboram com a importância do indicador, como o de Milani Filho (2008) que investigou a relação entre as

empresas listadas no índice e a divulgação de informações financeiras relacionadas a investimentos socioambientais, encontrando uma relação positiva e evidenciando que a maior parte das empresas listadas possuem boas práticas de divulgação de seus investimentos.

Texeira, Nossa e Funchal (2011) investigaram se a forma de financiamento das empresas é afetada pela participação no ISE. Ao fim do estudo, os autores evidenciaram que as empresas listadas possuem menor grau de endividamento e de risco, quando comparadas às demais, fortalecendo a importância de práticas associadas à RSC.

Silva *et al.* (2015) investigaram o ISE, a partir da comparação de empresas listadas e não listadas no índice, e verificaram que empresas constituindo do ISE possuem menor volatilidade em suas ações, assim como menor exposição ao risco. Por fim, Ferreira e Gerolamo (2016) analisaram a relação entre ISE e as normas de gestão, encontrando uma relação positiva entre as empresas que aderem à norma ISO 16001 com o índice.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O modelo que melhor representa a série de dados do Índice de Sustentabilidade Empresarial é um ARIMA (0,1,1), cujo processo gerador da série é umas médias móveis, com uma diferença necessária para tornar a série estacionária. O modelo escolhido possibilitou realizar previsões acuradas; assim, comprova-se que a metodologia utilizada conseguiu captar as características da série em estudo.

Dessa forma, esse estudo preliminar buscou investigar as características do comportamento temporal do ISE, tornando possível observar que, durante períodos de instabilidade política e econômica houve queda do índice, e tais ocorrências podem sugerir que as empresas tendem a diminuir os investimentos em sustentabilidade. Portanto, salienta-se que é importante a realização de investigações que considerem os fatores que contribuem para a manutenção das questões socioambientais e adesão das empresas ao Índice de Sustentabilidade Empresarial.

Como sugestão para pesquisas futuras, recomenda-se a utilização de outras técnicas de modelagem, como os métodos de decomposição de séries temporais, para capturar e avaliar características de sazonalidade e tendência. Outra sugestão é a avaliação de outros índices de sustentabilidade em conjunto com ISE, como os índices *Dow Jones Sustainability Index (DJSI)*, *FTSE4Good Series* e *Johannesburg Stock Exchange SRI Index*.

## AGRADECIMENTOS

À CAPES - Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior pelo aporte financeiro e ao LAME – Laboratório de Análise e Modelagem Estatística da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, pelo espaço utilizado.

## REFERÊNCIAS

AGUSTINI, C. A. D.; ALMEIDA, C. M. V. B.; AGOSTINHO, F. D. R.; GIANNETTI, B. F. Avaliação de impacto da escala econômica na dimensão ambiental das empresas do ISE da BM&FBOVESPA conforme parâmetros da Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 10.165). **Revista Gestão e Produção**, São Carlos, v. 22, n. 1, p. 96-106, 2015.

AKAIKE, H. Information theory and an extension of the maximum likelihood principle. **2nd International Symposium on Information Theory**, Tsahkadsor, Armenia, USSR, September 2-8, BudapesT, 1973.

ANDRADE, L. P.; BRESSAN, A. A.; IQUIAPAZA, R. A.; MOREIRA, B. C. M. Determinantes de adesão ao Índice de Sustentabilidade Empresarial da BM&FBOVESPA e sua relação com o valor da empresa. **Revista Brasileira de Finanças (Online)**, v. 11, n. 2, p. 181–213. 2013.

ASHLEY, P. A. **Ética e responsabilidade social nos negócios**. São Paulo: Saraiva, 2002.

BM&FBOVESPA. **Institucional**. São Paulo, 2017. Disponível em: <[http://www.bmfbovespa.com.br/pt\\_br/produtos/indices/indices-de-sustentabilidade/indice-de-sustentabilidade-empresarial-ise.htm](http://www.bmfbovespa.com.br/pt_br/produtos/indices/indices-de-sustentabilidade/indice-de-sustentabilidade-empresarial-ise.htm)>. Acesso em: 16 dez. 2017.

BOX, G. E. P.; JENKINS G. M. **Time Series: Analysis, forecasting and control**. San Francisco: Holden Day, 1970.

BUENO, R. L. S. **Econometria de séries temporais**. Cengage Learning, 2008.

CARROLL, Archie B. A three-dimensional conceptual model of corporate performance. **Academy of management review**, v. 4, n. 4, p. 497-505, 1979.

DICKEY, D. A. Power of Unit Root Tests. Proceedings of business and economic statistics Sections. **American Statistical Assn.** v. 74, 489-493, 1984.

FERREIRA, C. S.; GEROLAMO, M. C. Análise da relação entre normas de sistema de gestão (ISO 9001, ISO 14001, NBR 16001 e OHSAS 18001) e a sustentabilidade empresarial. **Revista Gestão e Produção**, São Carlos, v. 23, n. 4, p. 689-703, 2016.

GUJARATI, D. N.; PORTER, D. C. **Econometria Básica**. 5. ed. Porto Alegre: AMGH, 2011.

KWIATKOWSKI, D.; PHILLIPS, P. C. B.; SCHMIDT, P.; SHIN, Y. Testing the null hypothesis of stationarity against the alternative of a unit root. **Journal of Econometrics**, v. 54, 159-178. North-Holland, 1992.



MACHADO FILHO, C. A. P.; ZYLBERSZTAJN, D. A empresa socialmente responsável: o debate e as implicações. **Revista de Administração da Universidade de São Paulo**, v. 39, n. 3, 2004.

MACHADO, M. A. V.; MACEDO, M. A.; MACHADO, M. R.; SIQUEIRA, J. R. M. Análise da relação entre investimentos socioambientais e a inclusão de empresas no índice de sustentabilidade empresarial da BM&FBOVESPA. **Revista de Ciências da Administração**, v. 14, p. 141–156. 2012.

MACHADO, M. R.; MACHADO, M. A. V.; CORRAR, L. J. Desempenho Do Índice De Sustentabilidade Empresarial (Ise) Da Bolsa De Valores De São Paulo. **Revista Universo Contábil**, p. 24–38. 2009.

MARCONDES, A. W.; BACARJI, C. D. **ISE: Sustentabilidade no mercado de capitais**. 1. ed. São Paulo: Report, 2010.

MILANI FILHO, M. A. F. Responsabilidade social e investimento social privado: entre o discurso e a evidenciação. **Revista Contabilidade & Finanças-USP**, v. 19, n. 47, 2008.

MONTGOMERY, D. C.; JENNINGS, C. L.; KULAHCI, M. **Introduction to Time Series Analysis and Forecasting**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2015.

MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. C. **Análise de Séries Temporais**. São Paulo: Edgard Blücher, 2004.

NUNES, J. G.; TEXEIRA, A. J. C.; NOSSA, V.; GALDI, F. C. Análise das variáveis que influenciam a adesão das empresas ao índice BM&FBOVESPA de sustentabilidade empresarial. **Base – Revista de Administração e Contabilidade da Unisinos**, v. 7, n. 4, p. 328–340. 2010.

OLIVEIRA, M.; FERREIRA, M. R.; LIMA, V. Responsabilidade social corporativa: conceito, instrumentos de gestão e normas. **Revista Brasileira de Administração Científica**, v. 6, n. 2, p. 161–172. 2015.

PEREIRA, L. P.; REQUEIJO G. J. **Qualidade: Planejamento e Controlo Estatístico de Processos**. Lisboa: FCT/UNL, 2008.

SANTOS, D. F.; SCHLICHTING, J. M.; CORREA, M. D. a Relação Entre As Empresas Presentes no Índice de Sustentabilidade Empresarial e a ISO 14001 Na BM&FBOVESPA. **Revista Metropolitana de Sustentabilidade**, v. 3, n. 3, p. 89-101. 2013.

SCHWARZ, GIDEON E. Estimating the dimension of a model. **Annals of Statistics**, 6 (2): 461–464, 1978.

SILVA, E. H. D. R.; LIMA, E. P.; COSTA, S. E. G.; SANT'ANNA, A. M. O. Análise comparativa de rentabilidade: um estudo sobre o Índice de Sustentabilidade Empresarial. **Revista Gestão e Produção**, São Carlos, v. 22, n. 4, p. 743-754, 2015.

SOUZA, A. M.; SOUZA, F. M.; FERREIRA, N.; MENEZES, R. Electrical Energy Supply for Rio Grande Do Sul, Brazil, Using Forecast Combination of Weighted Eigenvalues. **Gepros - Gestão Da Produção, Operações E Sistemas – Ano 6, Nº 3, P. 23-39, 2011.**

SOUZA, F. M. **Modelos de Previsão**: aplicações à energia elétrica – ARIMA – ARCH – AI e ACP. 1. ed. Curitiba: Appris, 2016.

SOUZA, F. M.; SOUZA, A. M.; MENEZES, R. Análise Empírica do Número de Consumidores e do Consumo de Energia Elétrica no Rio Grande do Sul por meio de Modelos Matemáticos. **Revista Espacios**, v. 1, n. 34, 2013.

TEXEIRA, E. A.; NOSSA, V.; FUUNCHAL, B. O índice de sustentabilidade empresarial (ISE) e os impactos no endividamento e na percepção de risco. **Revista Contabilidade & Finanças-USP**, v. 22, n. 55, 2011.

**Como Referenciar este Artigo, conforme ABNT:**

AGOSTINO, I. R. S; NORONHA, M. O; MARASCA, L; SANTOS, E. P; SOUZA, A. M. Análise e Modelagem do Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE) a Partir da Metodologia de Box-Jenkins. **Rev. FSA**, Teresina, v.15, n.5, art. 6, p. 112-129, set./out. 2018.

<b>Contribuição dos Autores</b>	<b>I. R. S. Agostino</b>	<b>M. O. Noronha</b>	<b>L. Marasca</b>	<b>E. P. Santos</b>	<b>A. M. Souza</b>
1) concepção e planejamento.	X	X	X	X	X
2) análise e interpretação dos dados.	X	X	X	X	X
3) elaboração do rascunho ou na revisão crítica do conteúdo.	X	X	X	X	X
4) participação na aprovação da versão final do manuscrito.	X	X	X	X	X