

Área: Sustentabilidade | **Tema:** Temas Emergentes em Sustentabilidade

**APLICAÇÃO DOS MODELOS AUTOREGRESSIVOS INTEGRADOS E DE MÉDIAS MÓVEIS NA
PREVISÃO DO ÍNDICE DE CARBONO EFICIENTE (ICO2)**

**APPLICATION OF AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE MODELS FOR
EFFICIENT CARBON INDEX (ICO2) FORECAST**

Adriano Mendonça Souza, Julianna Alves Spall Lopes, Alisson Castro Barreto e Tailon Martins

RESUMO

O objetivo desta pesquisa é realizar a previsão do Índice Carbono Eficiente (ICO2) com dados históricos extraídos do site da B3, no período de setembro de 2010 a abril de 2019. A amostra é composta com 104 observações de preços mensais de pontuação do ICO2. O modelo ajustado para a série, foi o SARIMA (2,1,0)(1,0,0)₁₂. Foram geradas previsões do ICO2, para 6 meses à frente, de maio de 2019 a setembro de 2019, por meio do melhor ajustado baseado nos critérios penalizadores AIC e BIC. A previsão é importante para auxiliar na tomada de decisão por parte dos administradores das empresas que possuem mecanismos de sustentabilidade, podem proporcionar um futuro promissor nos seus lucros.

Palavras-Chave: Índice Carbono Eficiente (ICO2), Modelo SARIMA, Previsão, Tomada de decisão

ABSTRACT

The objective of this study is to predict the Carbon Efficient Index (ICO2) with historical data extracted from the B3 website, from September 2010 to April 2019, the sample is compound of 104 monthly observation of ICO2 scoring price. The model fit to the variable under analysis was the SARIMA (2,1,0)(1,0,0)₁₂. ICO2 predictions were generated for 6 months ahead from May 2019 to September 2019, by means the penalty criteria AIC and BIC. This prediction is important to assist in the decision-making by managers who want companies with sustainability mechanisms to provide a promising future in their profits.

Keywords: Efficient Carbon Index (ICO2), SARIMA Model, Prediction, Decision-Making

APLICAÇÃO DOS MODELOS AUTORREGRESSIVOS INTEGRADOS E DE MÉDIAS MÓVEIS NA PREVISÃO DO ÍNDICE DE CARBONO EFICIENTE (ICO2)

1 INTRODUÇÃO

A Revolução Industrial gerou um conjunto de mudanças que aconteceram na Europa nos séculos XVIII e XIX, antes disso tinha-se a visão que para ocorrer o desenvolvimento econômico deveria acontecer a exploração dos recursos ambientais, induzindo os países desenvolvidos a não se preocuparem com o meio ambiente, e só focar na economia.

Entretanto, a ideia de que o meio ambiente participava apenas como fonte de matéria prima e receptor dos resíduos do processo de industrialização vem gradualmente sendo suprida por uma postura mais responsável, pois devido ao crescimento sem controle dos procedimentos industriais, a deterioração ambiental aumentou em níveis inquietantes, gerando uma série de problemas, dentre os quais se pode mencionar o aquecimento global, conhecido como “efeito estufa”. (SEIFFERT, 2005; FRANCO, 1999; HAWKEN; LOVINS; LOVINS, 1999).

Segundo Golbemberg (2000) a atmosfera está sendo transformada devido à emissão de alguns gases, denominados gases do efeito estufa (GEE), como o dióxido de carbono, entre outros que geram significativas alterações no clima. Os gases presentes na atmosfera formam uma barreira bloqueando o calor da Terra, por conseguinte a temperatura aumenta na superfície da Terra. Destaca-se que uma baixa quantidade de dióxido de carbono é necessária na atmosfera pois funciona como isolante térmico, contudo, o seu crescimento por meio da queima de combustíveis fósseis e outras ações são notadas como culpadas pelo aumento da temperatura na Terra.

As transformações do clima não podem ser impedidas, mas podem ser restringidas, reduzindo de maneira expressiva as emissões de GEE (INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA, 2016). Isso exige cultivar e desenvolver ações que envolvam os setores produtivos, em projetos que objetive a redução dessas emissões. Nesse campo do desenvolvimento, as instituições financeiras compreendem uma função crucial, não apenas por possuírem capacidade monetária, mas por oferecerem uma considerável representatividade no mercado e na sociedade (BANCO DO BRASIL, 2015).

As mudanças climáticas, representam um dos maiores desafios socioambientais do presente e do futuro, para o setor financeiro (BANCO DO BRASIL, 2015). Por esse motivo que as instituições financeiras, vem gradualmente agregando essas variáveis nas transações de negócios, analisando riscos e estudando maneiras que corroborem com a busca pela mitigação das emissões dos GEE (BANCO DO BRASIL, 2015). Essas importantes iniciativas, possuem uma perspectiva, que consiste na inserção de índices de sustentabilidade no mercado de capitais, no caso específico do Brasil, um deles é o Índice Carbono Eficiente (ICO2) (BANCO DO BRASIL, 2015).

Diante das preocupações do mundo com o aquecimento global, grande desafio da humanidade neste século, a B3 (Brasil, Bolsa, Balcão) e o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), numa ação conjunta, criaram o Índice Carbono Eficiente. A B3 é a bolsa de valores oficial do Brasil, localizada na cidade de São Paulo. Criado em 2017, após a fusão da Bolsa de Valores, Mercadorias e Futuros de São Paulo (BM&FBOVESPA) com a Central de Custódia e de Liquidação Financeira de Títulos (CETIP).

O Índice Carbono Eficiente (ICO2) foi criado em 2010 pela BM&FBOVESPA em conjunto com o BNDES, é um dos novos mecanismos do mercado brasileiro, similar ao modelo americano *Carbon Efficient Index* (CEI), e tem por finalidade medir a eficiência da empresa em termos de emissão de carbono, levando em apreço, seu volume de emissão e o faturamento bruto em determinado período.

Esse índice propõe mensurar a eficiência em carbono das empresas, levando em consideração as toneladas de CO₂ e a receita bruta em milhões de reais, ganhas no ano de referência (BM&FBOVESPA, 2014; 2013). O índice é calculado em tempo real, aferindo instantaneamente os preços de todos os negócios efetivados no mercado à vista (lote padrão), englobando as ações que formam a carteira de ativos deste indicador (ADVFN, 2019).

O ICO₂ é um índice considerado novo no mercado financeiro, pois existem poucas informações disponíveis sobre o seu comportamento, bem como suas tendências. O Índice Carbono Eficiente da Bolsa de Mercadorias e de Futuros da Bolsa de Valores de São Paulo (BM&FBOVESPA), procura estimular as empresas emissoras das ações mais negociadas, a medir, divulgar e a controlar as suas emissões de gases de efeito estufa para operarem em uma economia de baixo carbono.

Nesse sentido, evidencia-se a importância de prever o comportamento dos índices de carbono no mercado, pois servem de parâmetro para a decisão de investimentos. Esta previsão está associada à necessidade de auxiliar nas informações, que contribuam para reduzir as incertezas e os riscos ligados à volatilidade do índice.

Desse modo, o estudo baseou-se nos modelos *Box-Jenkins*, que segundo Abdel-Aal & Al-Garni (1997), têm sido largamente empregados para modelagem e previsão em aplicações médicas, ambientais, financeiras e de engenharia. Na década de 70, Pellegrini & Fogliatto (2000), descreveram a metodologia de *Box-Jenkins*, como uma das técnicas quantitativas mais difundidas. Os modelos de *Box-Jenkins* surgem do conceito de que cada valor de uma série temporal pode ser esclarecido por valores prévios, a partir da utilização da estrutura de correlação temporal, que, em regra, há entre valores da série.

O objetivo deste estudo é realizar a previsão do Índice Carbono Eficiente (ICO₂) no período de maio a outubro de 2019, para auxiliar os tomadores de decisão em suas ações futuras.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Realizou-se uma análise documental para a elaboração do banco de dados, formando uma mostra com 104 observações de preços mensais de pontuação do ICO₂ no período de setembro de 2010 a abril de 2019, obtidos no sítio B3 (www.b3.com.br, 2019).

O ICO₂ é fundamentado na carteira do Índice Brasil 50 - IBrX-50, um indicador desenvolvido pelas 50 ações mais negociadas na BM&FBOVESPA, ponderadas na carteira pelo *free float* (quantidade de ações da empresa disponíveis para negociação no mercado). O peso de cada ação no índice tem como base a informação da empresa no IBrX-50 e também sua demanda em emissões de GEE (BM&FBOVESPA, 2012).

Esse índice estabelece quanto de emissão foi indispensável para geração do faturamento de uma empresa, ou mais, quanto de emissão de GEE, em tCO₂e, toneladas de CO₂ equivalente, foi necessário emitir para cada R\$ 1 (um) real de faturamento.

Portanto, uma empresa considerada adequada é aquela que eleva seu faturamento de forma opostamente proporcional ao volume de emissões. Não deve-se negar que a função de uma empresa, de acordo com a presunção dos *shareholders*, é a geração de lucros para seus sócios ou acionistas, contudo não pode ser esquecido que se sabe da teoria dos *stakeholders*: empresas que acatam as necessidades de seus principais *stakeholders*, ou seja, o meio ambiente, a sociedade, os trabalhadores, entre outros, tendem a aperfeiçoar sua reputação, tendo forças positivas em sua atuação financeira (CARVALHO, 2014).

Para analisar o comportamento das séries de dados, foram empregados os modelos da classe geral ARIMA (Auto Regressivo Integrado de Média Móvel), cuja modelagem é de forma linear e aplicada a observações autocorrelacionadas (BOX & JENKINS, 1970).

A hipótese básica para a aplicação da modelagem ARIMA é a estacionariedade da série e a existência de autocorrelação entre as observações. Como a maior parte dos métodos de análise estatística de séries temporais julga que estas sejam estacionárias, será imprescindível transformá-las, caso ainda não sejam.

Elabora-se o gráfico de linhas para a série em nível e com 1ªs diferenças, para verificar a possível existência de tendência e a não estacionariedade. Para testar a estacionária da série, foram realizados os testes de raízes unitárias, ADF (*Augmented Dickey-Fuller*) (DICKY, HASZA, FULLER, 1984) e o KPSS (*Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin*) (KWIATKOWSKI, PHILLIPS, SCHMIDT e SHIN, 1992).

Com o intuito de examinar a estacionariedade da série e verificar a autocorrelação das observações, o qual auxilia para escolha dos filtros do modelo ARIMA para representar a série em estudo, elaboraram-se os gráficos das funções de autocorrelação (FAC) e de autocorrelação parcial (FACP).

Fava (2000b, p.205) lembra que “os modelos ARIMA resultam da combinação de três componentes denominados “filtros”: o componente Auto-regressivo (AR) em (p), o filtro de Integração (I) em (d) e o componente de Médias Móveis (MA) em (q)”.

A equação modelo geral ARIMA é assim representada:

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

Sendo: B considerado o operador de retardo, d é a ordem de integração, ϕ é o parâmetro que representa a parte autorregressiva mostrado no modelo pela letra p , θ é o parâmetro da parte de médias móveis demonstrado pela letra q , e a_t é o resíduo do modelo com características de Ruído Branco $a_t \approx N(0, \sigma^2)$, ou seja, média zero, variância constante e resíduos não autocorrelacionados (BOX e JENKINS, 1970).

Para Morettin e Toloí (2006), as etapas do ciclo iterativo são: uma classe geral de modelo; identificação de um modelo, com base na análise de autocorrelações, autocorrelações parciais, na qual os parâmetros do modelo identificado são estimados; e por fim, há uma averiguação ou análise do modelo ajustado, por meio de uma análise de resíduos, que deverá ser considerado ruído branco.

Após verificado o melhor modelo em torno do número de parâmetros para estatísticos penalizadores AIC (AKAIKE, 1974) e BIC (SCHWARZ, 1978), utilizam-se os critérios de ajustes para as previsões, de forma a se escolher o melhor modelo predictor. Espera-se que ambas as estatísticas, de ajustes e as de previsão apontem para o mesmo modelo.

$$AIC = \ln \hat{\sigma}_{at}^2 + \frac{2(p+q)}{n} \quad (2)$$

$$BIC = \ln \hat{\sigma}_{at}^2 + \frac{2(p+q) \ln(n)}{n} \quad (3)$$

Para avaliar o ajuste do modelo de previsão escolhido, alguns modelos de erros de previsão podem ser utilizados, considerando os erros gerados em relação à série real. Para essa pesquisa serão utilizados: *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), Erro Quadrático Médio (EQM) e o coeficiente de *U-Theil*, que compara o modelo de previsão ajustado com a previsão ingênua (MONTGOMERY; JENNINGS; KULAHCI, 2015). As equações dos critérios considerados podem ser visualizadas abaixo:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{at}{Z_t} \cdot 100 \quad (4)$$

$$EQM = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n at^2 \quad (5)$$

$$UTheil = \frac{\sqrt{\sum_{t=1}^n (Z_t - \bar{Z}_t)^2}}{\sqrt{\sum_{t=1}^n (Z_t - Z_{t-1})^2}} \quad (6)$$

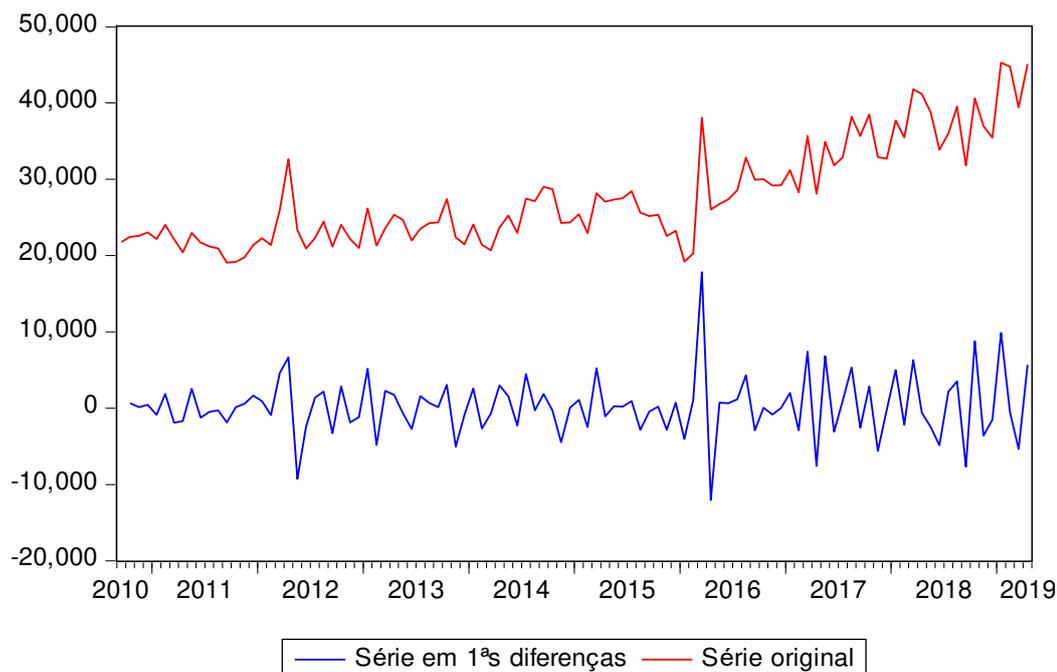
Com intuito de verificar se os valores ajustados convergem para os valores reais, gera-se um gráfico comparativo. Dessa forma, buscou-se obter previsões acuradas do Índice Carbono Eficiente. De forma que, as empresas possam tomar decisões antecipadas em relação ao desenvolvimento de mecanismos de sustentabilidade e comercialização.

3 RESULTADOS

Com a finalidade de gerar um modelo de previsões para a série analisada, primeiramente reuniu-se os dados históricos extraídos do *site* da B3, no período de setembro de 2010 a abril de 2019, com o foco de alcançar os objetivos propostos.

Na Figura 1, apresenta-se a série original e com 1^{as} diferenças, onde identificou-se tendência crescente ao longo do tempo, confirmando indicativo de não estacionariedade.

Figura 1 – Série do Índice Carbono Eficiente (ICO2) em nível e em primeiras diferenças, da pontuação de fechamento



Fonte: autor.

Para determinar o grau de estacionariedade da série foram realizados os testes de raiz unitária ADF e KPSS, os quais mostram que não há necessidade de realizar primeiras diferenças na série. Porém, a série é estacionária em parte e apresenta tendência a partir de março de 2016, por isso foi realizada primeiras diferenças.

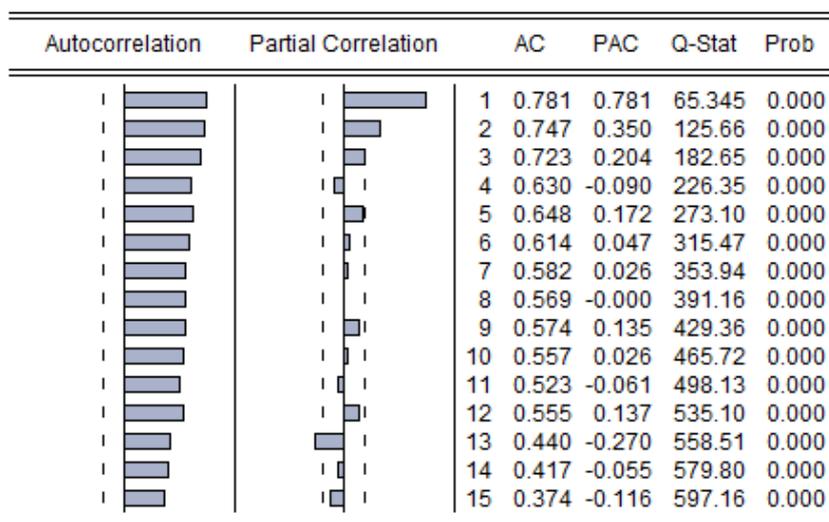
Tabela 1 – Resultado dos testes ADF e KPSS para série de evolução mensal, da pontuação de fechamento do Índice Carbono Eficiente (ICO2)

<i>Augmented Dickey-Fuller-ADF</i>		
Valor crítico	Série em nível	1ªs diferenças
1%	-4.049586	-4.051450
5%	-3.454032	-3.454919
10%	-3.152652	-3.153171
Estatística-t	-6.202218	-12.36889
<i>Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin –KPSS</i>		
Valor crítico	Série em nível	1ªs diferenças
1%	0,216000	0.216000
5%	0,146000	0.146000
10%	0,119000	0.119000
Estatística-t	0,294092	0.148535

Nota: *Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (2003)
 Fonte: autor.

O passo seguinte foi avaliar as funções de autocorrelação (FAC) e de autocorrelação parciais (FACP) da série, sendo que o desempenho dessas funções auxilia na análise da estacionariedade e na proposição do modelo.

Figura 2 - FAC e FACP da série original de evolução mensal, da pontuação de fechamento do Índice Carbono Eficiente (ICO2)



Fonte: autor.

Na Figura 2, observa-se na FAC, um decaimento lento da série da pontuação de fechamento do ICO2, o que sugere uma não estacionariedade, por possuírem autocorrelação e que deve ser apurada a necessidade de realização de diferenças fracionárias na estimação do modelo.

Tabela 2 – Modelos concorrentes estimados para a série de evolução mensal, da pontuação de fechamento do Índice Carbono Eficiente (ICO2)

Modelo	Parâmetro	AIC	BIC	RB
SARIMA (2,0,1) (1,0,0) ₁₂	$\phi_1 = 0,423676$ $\phi_2 = 0,575127$ $\theta_2 = -0,577287$ $\Phi_{12} = 0,403759$	19,02146	19,14859	Sim
SARIMA (2,0,1) (0,0,1) ₁₂	$\phi_1 = 0,422791$ $\phi_2 = 0,576281$ $\theta_2 = -0,56629$ $\Theta_{12} = 0,388337$	19,03057	19,15770	Sim
SARIMA (2,1,0) (1,0,0)₁₂	$\phi_1 = -0,517277$ $\phi_2 = -0,399994$ $\Phi_{12} = 0,396934$	19,00366	19,10597	Sim

Fonte: autor.

Na Tabela 2, verifica-se que os parâmetros são significativos, pois apresentam p-valor menor que 5%. Por ser algo individual, tem que haver critérios para ajudar a selecionar o melhor modelo. Foram utilizados os critérios penalizadores AIC e BIC, com ruído branco. O modelo indicado para a série, foi o SARIMA (2,1,0)(1,0,0)₁₂.

Ajustado o melhor modelo, foi gerado o gráfico de FAC e FACP dos seus respectivos resíduos, Figuras 3. Percebe-se que os resíduos estão dentro do intervalo de confiança, desse modo configuram a característica de Ruído Branco.

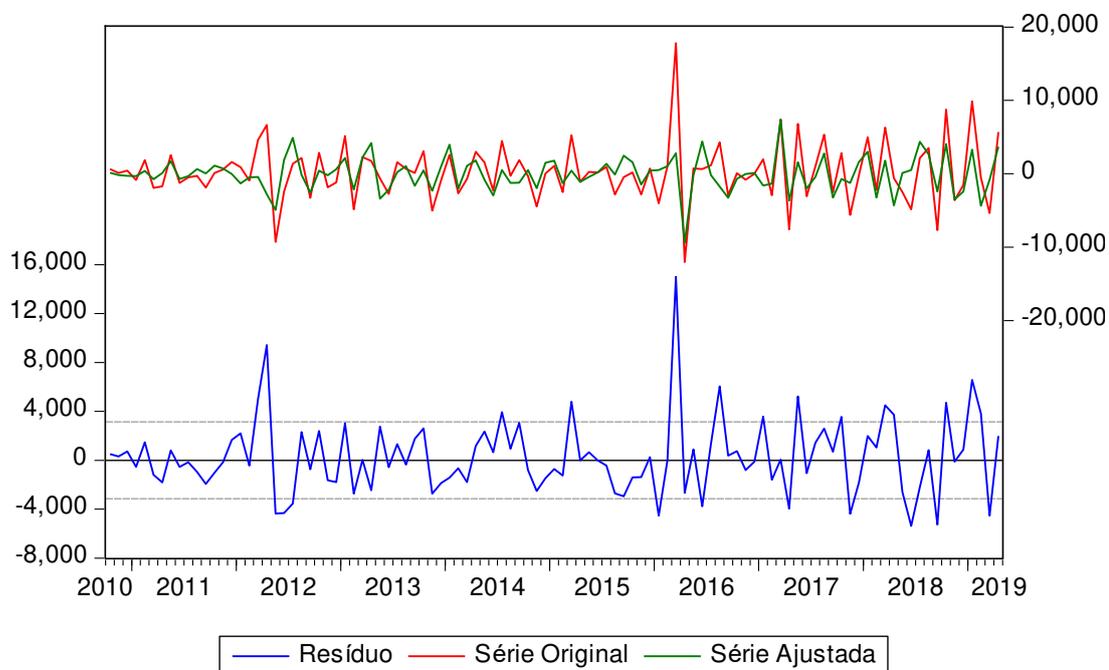
Figura 3 – FAC e FACP dos resíduos oriundos do modelo ajustado, para a série de evolução mensal, da pontuação de fechamento do Índice Carbono Eficiente (ICO2)

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	-0.036	-0.036	0.1358	
		2	-0.093	-0.095	1.0645	
		3	-0.108	-0.116	2.3250	
		4	-0.114	-0.136	3.7333	0.053
		5	0.014	-0.023	3.7553	0.153
		6	-0.112	-0.158	5.1574	0.161
		7	-0.083	-0.141	5.9340	0.204
		8	-0.074	-0.155	6.5590	0.256
		9	0.159	0.079	9.4696	0.149
		10	0.123	0.053	11.221	0.129
		11	-0.102	-0.132	12.454	0.132
		12	0.031	0.016	12.570	0.183
		13	-0.152	-0.166	15.340	0.120
		14	0.071	0.016	15.946	0.143
		15	-0.048	-0.108	16.234	0.181

Fonte: autor.

Para comprovar que os movimentos oscilatórios das séries de evolução mensal da pontuação de fechamento do ICO2, observa-se na Figura 4, que a série ajustada converge para os valores reais.

Figura 4 – Gráfico da série original, prevista e resíduos do modelo SARIMA (2,1,0)(1,0,0)₁₂



Fonte: autor.

Com o foco de constatar a adequação dos modelos à série original, foram obtidas as estatísticas das medidas de erros de previsão: MAPE, EQM e *U-Theil*, conforme Tabela 3.

Tabela 3 - Medidas de erros de previsão para ambas as séries

Erros de Previsão	Pontuação de fechamento do ICO2
MAPE	8,319298%
EQM	3284,972
<i>U-Theil</i>	0,056120

Fonte: autor.

Observando a Tabela 3, verifica-se que o modelo é adequado a previsão, pois apresenta um *U-Theil* menor que um, o que indica que a previsão gerada pelo modelo é superior à previsão ingênua. Ainda, pode-se constatar que os resultados do MAPE e do EQM são os melhores dentre os modelos concorrentes.

Para esse conjunto de dados, as previsões foram geradas para 6 meses, de maio de 2019 a setembro de 2019, através do melhor modelo indicado para a série, apresentados na Tabela 4.

Tabela 4—Valores reais e previstos do Índice Carbono Eficiente (ICO2)

Período	Valor Real	Valor Previsto 6 meses
Out/18	40.586,69	-
Período	Valor Real	Valor Previsto 6 meses
Nov/18	36.980,65	-
Dez/18	35.448,82	-
Jan/19	45.304,60	-
Fev/19	44.772,14	-
Mar/19	39.419,96	-
Abr/19	45.107,20	-
Mai/19	-	44.200,00
Jun/19	-	39.860,00
Jul/19	-	41.935,00
Ago/19	-	43.659,00
Set/19	-	39.950,00
Out/19	-	43.629,00

Fonte: autor.

Estas previsões geradas para 6 meses à frente, serão úteis aos administradores e ao mercado financeiro do crédito de carbono, servindo de auxílio no planejamento da eficiência das empresas em termos de emissão de carbono, seja demonstrando se devem investir ou não nas ações que compõe o índice, como também evidenciando os riscos aos quais estão revelados em face da volatilidade do índice.

4 CONCLUSÕES

O modelo ARIMA (Auto Regressivo Integrado de Média Móvel), conhecido também como metodologia de *Box-Jenkins*, é próprio para previsões de séries temporais. Nesta pesquisa, foram analisados os preços mensais de pontuação do ICO2 no período de 2010 a 2019.

Para analisar os movimentos das séries, foram utilizados os modelos ARIMA, pois as observações apresentaram-se autocorrelacionadas. O modelo ajustado para o preço do ICO2 foi o SARIMA (2,1,0)(1,0,0)₁₂. Esses modelos, foram os que proporcionaram os menores valores para as estatísticas de ajustes AIC e BIC, como também apresentaram os melhores resultados para as estatísticas de previsão (MAPE, EQM e *U-Theil*).

Com os movimentos oscilatórios das séries, captados pela modelagem ARIMA, pode-se observar que o comportamento da série ajustada converge para a série original, confirmando que o desempenho do modelo desenvolvido. Desse modo, a metodologia *Box-Jenkins* foi capaz de acompanhar a variação da série de evolução do Índice Carbono Eficiente.

Nesse sentido, a utilização do modelo de previsão que é empregado para prever dados financeiros, também é importante para auxiliar nas tomadas de decisões por parte dos administradores, que almejam que as empresas que possuem mecanismos de sustentabilidade, possam proporcionar um futuro promissor nos seus lucros.

Portanto, realizar previsões e avaliar o comportamento das flutuações do preço de fechamento mensal do Índice Carbono Eficiente, são ferramentas muito importantes, para o bom desempenho das comercializações no mercado financeiro.

Desta forma, sugere-se para estudos futuros, uma modelagem que englobe as variáveis influenciadoras do preço do ICO2.

REFERÊNCIAS

ABDEL-AAL, R. E.; AL-GARNI, Z. *Forecasting monthly electric energy consumption in eastern Saudi Arabia using univariate time-series analysis*. *Energy*, v. 22, n. 11, p. 1059-1069, nov. 1997.

ADVFN. **ICO2 - Índice Carbono Eficiente**. Disponível em: <<https://br.advfn.com/indice/ico2>>. Acesso em: 22 jun. 2019.

AKAIKE, H. **A new look at the statistical model identification**. *IEEE Transactions on Automatic Control.*, Boston, v.19, n.6, p.716-723, Dec 1974.

BANCO DO BRASIL. **As mudanças climáticas: riscos e oportunidades**. Disponível em: <<http://www.bb.com.br/docs/pub/siteEsp/uds/dwn/mudclimatica.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2019.

B3 (Brasil, Bolsa, Balcão) **Índice Carbono Eficiente (ICO2)**. Disponível em: <http://www.b3.com.br/pt_br/market-data-e-indices/indices/indices-de-sustentabilidade/indice-carbono-eficiente-ico2-estatisticas-historicas.htm>. Acesso em: 01 jun. 2019.

BM&FBOVESPA¹ – **Índice Carbono Eficiente ICO2**. Disponível em: <<http://www.bmfbovespa.com.br/Indices/download/ICO2.pdf>>. Acesso em: 05 jun. 2019.

BM&FBOVESPA² – **Bolsa de Valores, Mercadorias e Futuros de São Paulo**. 2014. Metodologia do Índice Carbono Eficiente – ICO2. Disponível em: <<http://www.bmfbovespa.com.br/Indices/download/ICO2Metodologia-pt-br.pdf>>. Acesso em: 13 jun. 2019.

CARVALHO FILHO, José dos Santos. **Manual de Direito Administrativo**. Editora Atlas. São Paulo, 2014. 27 Ed.

DICKEY D.A., HASZA D.P., FULLER W. A. (1984). – **Testing for Unit Roots in Seasonal Time Series**. *Journal of American Statistical Association*, 79, pp. 355-367. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/227362521_The_Dickey-Fuller_Test_Family_and_Changes_in_the_Seasonal_Pattern>. Acesso em: 20 jun. 2019.

_____. **Diretrizes para a contabilização, cálculo e relato de emissões de gases de efeito estufa (GEE) para fins do ICO2**. 2013. Disponível em: <<http://www.bmfbovespa.com.br/Indices/download/Diretrizes-ICO2.pdf>>. Acesso em: 06 jul. 2019.

FRANCO, H. **A Contabilidade na Era da Globalização: Temas Discutidos no XV Congresso Mundial de Contadores**. Paris, de 26 a 29/10/1997. São Paulo: Atlas. 1999.

GOLDEMBERG, J. **Mudanças climáticas e desenvolvimento. Estudos Avançados**. Vol. 14, no. 39, São Paulo, maio/ago. 2000. p.77-83.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Avaliação do Fundo Clima. 2016**. 109 p. Disponível em:

<http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/170126_livro_s1601337_pt.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2019.

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. Disponível em: <<https://www.researchgate.net>>. Acesso em: 22 jun. 2019.

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

MORETTIN, Pedro A.; TOLOI, Clélia M.C. **Análise de séries temporais**. São Paulo: Edgard Blücher, 2006.

PELLEGRINI, F.R.; FOGLIATTO, F. **Estudo comparativo entre modelos de Winters e de Box & Jenkins para a previsão da demanda sazonal**. *Revista Produto e Produção*, v. 4, número especial, p. 72-85, abril 2000.

SCHWARZ, G. **Estimating the Dimension of a Model**. *Annals of Statistics*, 6, 461-464. 1978. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1214/aos/1176344136>>. Acesso em: 02 ago. 2019.

SEIFFERT, M.E.B. **ISO 14001: sistemas de gestão ambiental**. São Paulo: Atlas, 2005.