

Evento: XXIV Jornada de Pesquisa

**GERAÇÃO DE ENERGIA POR FONTES RENOVÁVEIS: UMA ANÁLISE DE
SÉRIES TEMPORAIS DA PRODUÇÃO DE ETANOL NA REGIÃO SUL¹
ENERGY GENERATION BY RENEWABLE SOURCES: A ETHANOL
PRODUCTION TIME SERIES ANALYSIS IN THE SOUTH REGION**

**Stéfane Dias Rodrigues², Virginia Thomasi³, Letícia Marasca⁴, Roselaine
Ruviano Zanini⁵, Julio Cezar Mairesse Siluk⁶**

¹ Pesquisa desenvolvida no Departamento de Estatística, pertencente ao Grupo de Pesquisa Núcleo de Estatística Aplicada da Universidade Federal de Santa Maria UFSM

² Stéfane Dias Rodrigues, graduada em Engenharia Industrial pela Universidade Federal do Pará UFPA e estudante de mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Maria UFSM, stefane.rodriguesufpa@gmail.com

³ Virginia Thomasi, Graduada em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Maria e estudante do Mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Maria, virginiathomasi.br@gmail.com

⁴ Letícia Marasca, Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Maria UFSM, leticiamarasca@yahoo.com.br

⁵ Professora Doutora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Maria UFSM, rrganini63@gmail.com

⁶ Professor Doutor e coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Maria UFSM, jsiluk@ufsm.br

Resumo

O desenvolvimento econômico dos países se relaciona cada vez mais com atividades que consomem grandes quantidades de energia. Nesse sentido, novas fontes de energias renováveis estão sendo adotadas, em consequência da preocupação com a redução ou esgotamento das fontes de energia não-renováveis. O Brasil, por sua vasta natureza é privilegiado nesse sentido, podendo contribuir com combustíveis alternativos, como o etanol, que emite menos poluentes. O banco de dados utilizado nessa pesquisa corresponde à produção mensal de etanol anidro e hidrato da região Sul do Brasil, no período de janeiro de 2013 a maio de 2019, totalizando 144 observações. A metodologia empregada seguiu as etapas descritas pela modelagem Box & Jenkins. Os resultados apontaram o melhor modelo ajustado ao banco de dados o SARIMA (1,1,1) (1,0,0)₁₂, que além de captar os movimentos da série original, ainda possibilitou a realização de previsões em curto prazo.

Abstract

The countries economic development relates increasingly to activities that consume large amounts of energy. In this sense, new sources renewable energies are being adopted, as a consequence of the concern with the reduction or depletion of non-renewable energy sources. Brazil, due to its vast nature, is privileged in this sense and can contribute to alternative fuels, such as ethanol, which emits less pollutants. The database used corresponds to the monthly anhydrous ethanol and hydrate production in the southern region of Brazil, from January 2013 to May 2019, totaling 144

Evento: XXIV Jornada de Pesquisa

observations. The methodology used followed the steps described by the Box & Jenkins modeling. The results indicated the best model adjusted to the database the SARIMA (1,1,1) (1,0,0)₁₂, which in addition to capturing the movements of the original series, still allowed the realization of forecasts in the short term.

Palavras-chaves: energias renováveis; etanol anidro; etanol hidratado; metodologia Box & Jenkins.

Keywords: renewable energies; anhydrous ethanol; hydrate ethanol; Box & Jenkins modeling.

1 INTRODUÇÃO

Preocupações com a redução ou até mesmo esgotamento de fontes de energia não-renováveis, como petróleo, associado ao prejuízo ambiental devido ao seu uso, têm gerado a adoção de novas fontes de energia (RIBEIRO; SCHIRMER, 2017). No Brasil, a iniciativa de comercialização de combustíveis alternativos começou em 1970, pelo Programa Nacional do Alcool, com a intenção de reduzir a dependência dos combustíveis fósseis nos veículos automotores, através da utilização do etanol (DOLTER; BOUCHER, 2018). Hoffmann (2006) afirma que o Brasil foi privilegiado pela natureza e pode contribuir dessa forma com a redução da poluição mundial, de maneira a fornecer o melhor combustível para veículos leves.

Entre os combustíveis alternativos, o emprego do etanol pode ser significativo para redução do monóxido de carbono e emissões de hidrocarbonetos proveniente dos motores, assim como contribui com a redução dos combustíveis de petróleo simultaneamente (IODICE; SENATORE, 2014). Segundo Wang, Ji e Zhang (2010) entre os vários combustíveis alternativos, o etanol é destaque, pois pode ser produzido por fontes renováveis como cana de açúcar e milho, seja pela fermentação do açúcar ou pela degradação da biomassa celulósica, bagaço e palha. Este produto é considerado promissor uma vez que possui uma eficiência térmica maior que a gasolina, o que gera uma taxa de compressão maior para o motor. De acordo com Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP (2015) o que diferencia o etanol anidro do etanol hidratado, além da coloração laranja do anidro, é o teor do álcool, que deve ser de 99,6% (v/v) no mínimo para o anidro e de 95,1% a 96,0% (v/v) para o hidratado.

Percebe-se que o desenvolvimento econômico do país está cada vez mais relacionado às atividades que consomem elevadas quantidades de energia elétrica (VICHI; MANSOR, 2009). Diante desta situação, existe uma tendência no ramo energético que consiste na geração de energia de fontes renováveis que minimizem a emissão de agentes poluentes para atmosfera, o etanol apresenta uma grande aceitação por parte dos consumidores, o que além de contribuir com o setor de energia, reaquece o mercado interno, com a expansão da agroindústria da cana (DA SILVA; DE SOUZA, 2017).

Visto que o setor de energia apresenta importante contribuição para o comércio, renda e emprego, as flutuações das séries temporais nas principais fontes de energia, como gás natural, petróleo e etanol apresentam constantes análises em termos de economia e finanças (CAPORIN; CHANG; MCALEER, 2019). Isso justifica a realização desta pesquisa que busca analisar a produção mensal de uma das principais fontes de energia, o etanol. Este estudo pretende contribuir com o setor de geração e distribuição de energia por meio da utilização da metodologia Box-Jenkins. Essa pesquisa tem por objetivo prever a produção a curto prazo do etanol anidro e hidratado para a região Sul do Brasil com base nos modelos autoregressivos integrados e de médias móveis - ARIMA.

Evento: XXIV Jornada de Pesquisa

2 METODOLOGIA

Os dados mensais da produção do etanol utilizados na pesquisa foram retirados do site da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP (<http://www.anp.gov.br/dados-estatisticos>). O estudo se delimitou em investigar a produção mensal do etanol anidro e hidrato na região Sul a partir de janeiro de 2013 até o mês de maio de 2019, totalizando 77 observações de cada produto.

Os comportamentos das séries foram estudados por meio dos modelos da classe geral ARIMA, que usam a modelagem de forma linear e utilizam observações autocorrelacionadas (BOX & JENKINS, 1970). Estes autores explicam que existem etapas para a modelagem e elas consistem em:

- O primeiro passo é a análise da estacionariedade da série por meio dos testes ADF e KPSS, a fim de verificar a necessidade de diferenciar a série;
- O segundo passo é a identificação dos filtros a serem utilizados no modelo: AR, MA, ARIMA, SARIMA ou ARFIMA, bem como as suas defasagens, por meio da análise da FAC e da FACP da série;
- O terceiro passo é a estimação dos parâmetros por meio do Método da Máxima Verossimilhança e a análise dos resíduos da modelagem;
- O quarto passo a validação por intermédio do estudo da significância dos parâmetros.
- O quinto passo é a investigação dos resíduos gerados pelo modelo, pelos critérios penalizadores AIC / BIC, definindo selecionando o melhor modelo como o modelo que possuir os menores critérios de informação. Após essa etapa, será verificada a existência de Ruído Branco at $\approx(0, \sigma^2)$ dos resíduos.
- Na última etapa são realizadas as previsões dos períodos desejados e a análise do desempenho por meio da estatística de previsão.

A elaboração da metodologia Box & Jenkins é fundamentada na sugestão e ajuste de modelos. Também, trabalha-se com o pressuposto de que a série utilizada para a modelagem realizada é estacionária e autocorrelacionadas entre as observações. Dessa forma, o gráfico da série original é gerado, com propósito de constatar o comportamento não estacionário e investigar a presença de tendência e/ou sazonalidade. Após essa análise, são aplicados os testes de raízes unitárias como Augmented Dickey-Fuller (ADF), Phillips Perron (PP) e o Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS) esses verificam a não estacionariedade da série, visto que, a metodologia Box & Jenkins exige que a série seja estacionária (ABU; ISMAIL, 2019). A escolha do modelo ocorre em seguida a essa etapa juntamente com a identificação dos filtros, deve-se considerar os parâmetros gerados. Esses seguem critérios de aceitação como o p valor é admitido com um valor menor que 5% e os Critério de Informação de Akaike (AIC), Critério Bayesiano de Schwarz (BIC) que são critérios estimadores de qualidade do modelo matemático penalizando a diferença entre o modelo ideal dos demais (LIMA et al., 2019).

$$AIC = \ln \sigma^2 + n \frac{2}{T}$$

Evento: XXIV Jornada de Pesquisa

$$BIC = \ln \hat{\sigma}^2 + n \frac{\ln T}{T}$$

Sendo que $\hat{\sigma}^2$ é a variância do erro, T é o número de observações utilizadas, n é o número de parâmetros estimados.

Os gráficos das funções de autocorrelação (FAC) e de autocorrelação parcial (FACP) são elaborados com objetivo de analisar a estacionariedade da série e apurar a autocorrelação das informações observadas. Por consequência pode ser interpretado os resultados a fim de identificar os filtros do modelo (AR, MA, ARMA, ARIMA, SARIMA ou ARFIMA) e de mesma forma a ordem do modelo que será necessária na etapa de estimação (BOX, JENKINS & REINSEL, 1994).

Para assentir o modelo o critério ruído branco (RB) deve ser satisfeito, ou seja, o erro é uma fonte de aleatoriedade que possui média igual a zero em todos os períodos e variância constante (SAHA et al., 2019). Com o intuito de avaliar e escolher o melhor modelo que proporciona o melhor desempenho, calculam-se as estatísticas dos erros das previsões. A pesquisa se limitou em aplicar os métodos Raiz Erro Quadrático Médio (RMS), do Erro Percentual Absoluto Médio (MAPE) e o índice U-Theil, conforme as Equações 3, 4 e 5 (SOUZA et al., 2011).

$$RMSE = \frac{1}{n} \sum (x_t - \hat{x}_t)^2$$

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum \left| \frac{(x_t - \hat{x}_t)^2}{x_t} \right| * 100$$

$$U - Theil = \frac{\sqrt{\sum_{t=1}^N (x_t - \hat{x}_t)^2}}{\sqrt{\sum_{t=1}^N (x_t - x_{t-1})^2}}$$

Tem-se que: x_t é a observação no instante t e \hat{x}_t representa a previsão no instante t.

O modelo escolhido foi o SARIMA que é composto por modelos sazonais; e não sazonais; sendo representado genericamente por SARIMA (p,d,q),(P,D,Q)s. A primeira parte do modelo (p, d, q) expõem as ordens, respectivamente, dos componentes não sazonais autoregressivos (AR), a diferenciação não sazonal (I) e as médias móveis não sazonais (MA). De maneira similar, a

Evento: XXIV Jornada de Pesquisa

segunda parte refere-se ao comportamento sazonal do modelo (P, D, Q), mas também, com s equivalente ao período que acontece a sazonalidade. Nesse caso, os resultados de AR sazonal são notados até um lag máximo caracterizado e mais um termo de erro. A diferença da série sazonal é tratada como uma parte de integração que retira a sazonalidade e a tendência, de modo que, a série é estabilizada. No que diz respeito ao elemento MA o termo é estimado de erros anteriores, assim, a previsão ocorre de forma simples (EBHUOMA; GEBRESLASIE; MAGUBANE, 2018). A equação algébrica do modelo SARIMA é dada por:

$$\Phi(B^s)\Phi(B)\Delta^d\Delta_S^D x_t = \theta_0 + \Theta(B^s)\theta(B)\alpha_t$$

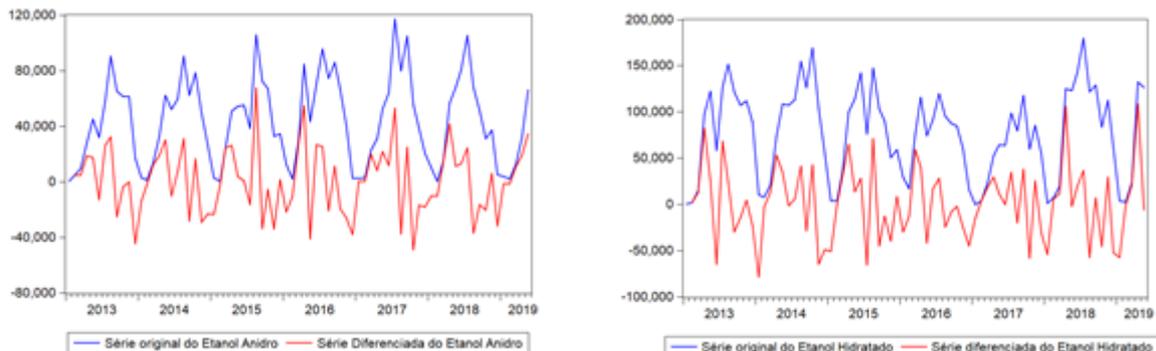
Onde X_t = série de dados e as expressões são dadas por Φ_1 = coeficiente autorregressivo sazonal, B = operador de deslocamento para trás, ϕ_1 = coeficiente autorregressivo não sazonal, Δ^d = operador diferença, Δ_S^D = operador de diferença sazonal, S = duração do período sazonal e “ D sazonal” = ordem de diferenciação, Θ_1 = coeficiente de médias móveis sazonal, θ_1 = coeficiente de médias móveis não sazonal, e α_t = erro aleatório (com média zero e variância constante).

Em virtude disso sabe-se que o modelo encontrado auxiliará na estimação da previsão em um período de curto prazo da produção do etanol na região Sul para os próximos 6 meses. A comprovação de que esse modelo é o adequado está apresentada na etapa posterior que consiste nos resultados e discussão.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao analisar os valores da produção total do etanol na região Sul com a primeira diferença, pode-se observar na figura 1 a seguir o comportamento das séries no período entre janeiro de 2013 e maio de 2019.

Figura 1 - Série original e série em primeiras diferenças da produção de Etanol Anidro e Hidratado em m^3



Fonte: Organização dos autores (2019).

Como a série temporal apresentou um comportamento não estacionário em nível, foram realizados os testes de raiz unitária ADF e PP. Esses testes utilizaram a hipótese nula que a série possui raiz

Evento: XXIV Jornada de Pesquisa

unitária e são aplicados de forma conjunta para confirmar a estacionariedade da série. A seguir é exposto os resultados desses testes citados, cada um com suas particularidades.

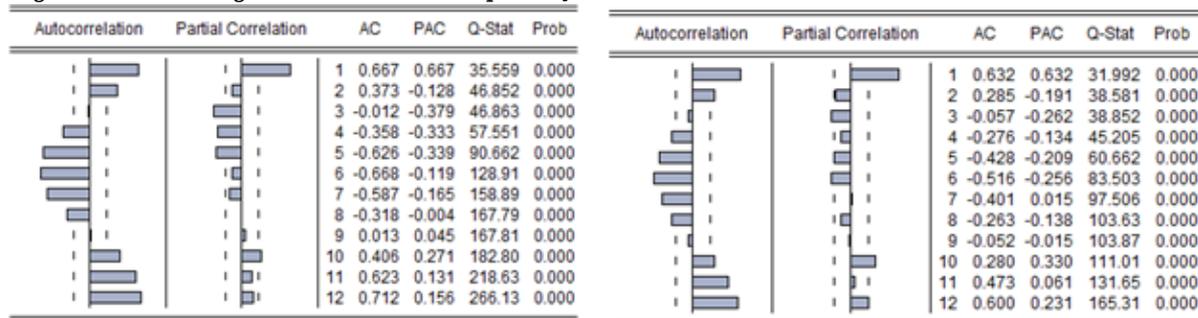
Tabela 1 - Teste de raiz unitária PP e ADF.

Teste de Hipótese	Phillips Perron - PP				Augmented Dickey-Fuller - ADF			
	Etanol Anidro		Etanol Hidratado		Etanol Anidro		Etanol Hidratado	
Valor crítico	Série em nível	1 ^{as} diferenças	Série em nível	1 ^{as} diferenças	Série em nível	1 ^{as} diferenças	Série em nível	1 ^{as} diferenças
1%	-2,59		-2,59		-2,6		-2,6	
5%	-1,94		-1,94		-1,94		-1,94	
10%	-1,61		-1,61		-1,61		-1,61	
Estatística - t	-2,04	-8,87	-1,73	-8,87	-0,11	-8,52	0,07	-7,38
Hipótese nula	A série possui raiz unitária							

Fonte: Organização dos autores (2019).

O estudo das funções FACP e FAC são para determinar a possível ordem do modelo que se almeja. Portanto, os modelos são ajustados a partir dessa análise e é representada na figura 2, como existem sazonalidades nas séries é necessário a modelagem. A sazonalidade da série deve ser explicada, por causa da sua forma de obtenção do etanol, a cana de açúcar. A colheita da cana de açúcar depende das condições climáticas segundo a Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Ela explica que são necessárias temperaturas ideais, pois temperaturas muito baixas prejudicam a produção, e também, que é importante fornecimento adequado da água para o crescimento da cana e em áreas que ocorrem geadas o cultivo é realizado por uma cana mais resistente ao frio.

Figura 2 - Correlograma das séries de produção de Etanol Anidro e do Hidratado



Fonte: Organização dos autores (2019).

A escolha do modelo foi baseada nos menores valores dos critérios penalizadores AIC e BIC, na verificação de resíduos na forma de Ruído Branco (RB) e os parâmetros do modelo que são menores 1 em módulo. A fim de confirmar a adequação dos modelos foi calculado o indicador U-Theil, que apresenta números de 0 até 1, assimilou um resultado de 0,588444, que corresponde a

Evento: XXIV Jornada de Pesquisa

um valor pertinente para estimar previsões.

Tabela 2 - Modelos selecionados para realizar a previsão

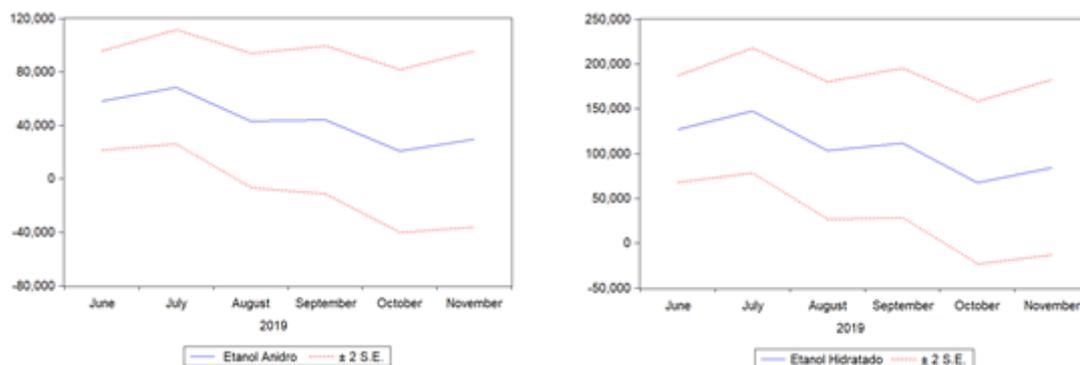
Série de Dados	Modelo	Parâmetro	AIC	BIC	RB	U-Theil
Etanol Hidratado	SARIMA (1,1,1) (1,0,0) ₁₂	$\phi_1 = 0,33$	23,62	23,75	Sim	0,16
		$\theta_1 = -0,43$				
		$\Phi_{12} = 0,76$				
Etanol Anidro	SARIMA (1,1,1) (1,0,0) ₁₂	$\phi_1 = -0,45$	22,6300	22,76	Sim	0,15
		$\theta_1 = 0,41$				
		$\theta_{12} = 0,68$				

Fonte: Organização dos autores (2019).

O modelo encontrado para ambas as séries é misto SARIMA (p, d, q) (P,0,0)₁₂ onde p, d e q são, respectivamente, a ordem autoregressiva, a diferença e a ordem de médias móveis. Enquanto P refere-se a ordem autoregressiva sazonal (SAR), assim tem-se o modelo SARIMA (1,1,1) (1,0,0)₁₂ que possui uma defasagem na FACP e na FAC, uma diferença e um único pico significativo na defasagem 12 da FACP sazonal.

Com o objetivo de determinar se a modelagem teve um bom ajuste em relação à série original, foram elaborados gráficos que representam os valores ajustados e assim feitas as previsões para um horizonte de seis períodos que iniciou em junho de 2019 até o mês de novembro do mesmo ano para o modelo encontrado, SARIMA (1,1,1) (1,0,0)₁₂.

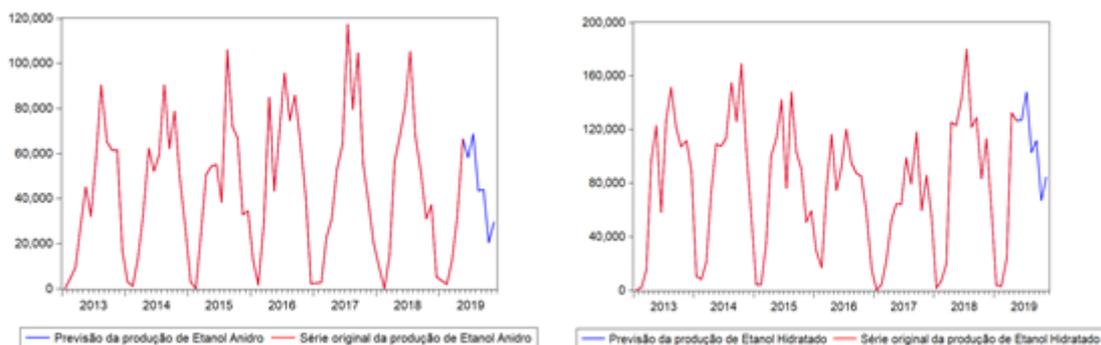
Figura 3 - Previsão da produção de Etanol Anidro e Hidratado



Conforme pode ser observado na figura 3, o etanol tem valores previstos dentro de em um intervalo de confiança de 2 desvios padrões.

Figura 4 - Série original e série dos valores previstos para o Etanol Anidro e Hidratado

Evento: XXIV Jornada de Pesquisa



Fonte: Organização dos autores (2019).

Observa-se que os modelos ajustados, na figura 3 e 4, acompanham as oscilações das séries originais, expressando que o mesmo é adequado para realizar as previsões desses comportamentos. Esse cenário confirma os dados da Companhia Nacional de Abastecimento que estimou uma redução na área a ser colhida na região Sul e conseqüentemente na produção em relação à safra passada. Além disso, as informações obtidas afirmam uma queda de 2,3% na safra de 2018/19, devido a impossibilidade da colheita por causa do excesso de chuva, da conversão para a produção de grãos e áreas que não podem ser mecanizadas (CONAB, 2018).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A modelagem de séries temporais é um artifício que abrange o comportamento de variáveis em observações e, com isso, tomada de decisões estratégicas. Nessa pesquisa, foram analisadas as produções mensais do etanol hidratado e anidro com o intuito de caracterizar e identificar fatores relevantes no comportamento da série e questão.

O processo gerador da série é um processo autoregressivo de ordem 1, com uma diferença necessária para tornar a série estacionária, além de um processo de médias móveis de ordem 1, apresentado ainda sazonalidade de ordem 12, com um processo autoregressivo sazonal de ordem 1. Com base no modelo ajustado foi possível a realização de previsões em curto prazo, para um horizonte de seis períodos.

A série continua com um decaimento das previsões, fato corroborado pela CONAB (2018), que estimou uma redução na área a ser produzida e conseqüentemente na área colhida, e devido às impossibilidades na colheita pelo excesso de chuvas na região. Assim a metodologia utilizada foi eficaz em captar os movimentos da série original e como sugestões para estudos futuros, a aplicação de outras técnicas de previsão.

REFERÊNCIAS

- ABU, N.; ISMAIL, Z.. A study on private vehicle demand forecasting based on Box-Jenkins method. In: AIP Conference Proceedings. AIP Publishing, 2019. p. 020005.
- ANP. Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Disponível em: . Acessado em: 22 jul. 2019.
- ANP. Ranp 7 - 2011. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural E Biocombustíveis, [s. l.], v. 7, p. 16, 2015. Disponível em: . Acessado em: 27 jul. 2019.
- BOX, G. E. P.; JENKINS, G.M. Time Series Analysis, forecasting and control. San

Evento: XXIV Jornada de Pesquisa

Francisco: Holden Day, 1970.

BOX, G.E.; JENKINS, G.M.; REINSEL, G.C. Time series analysis: Forecasting and control. 3 ed. New Jersey: Printice Hall, 1994.

CAPORIN, Massimiliano; CHANG, Chia Lin; MCALEER, Michael. Are the S&P 500 index and crude oil, natural gas and ethanol futures related for intra-day data? *International Review of Economics and Finance*, [s. l.], v. 59, n. August, p. 50-70, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.iref.2018.08.003>.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento de safra brasileiro - grãos: Segundo levantamento, agosto 2018 - safra 2018/19 N.2. Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento. 2018. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cana/boletim-da-safra-de-cana-de-acucar/item/download/22956_506e8f00170422c62a452d3e319a6d6f>. Acessado em: 25 jul. 2019.

DA SILVA, Gardenio Diogo Pimentel; DE SOUZA, Marcelo José Raiol. Análise De Variáveis De Projeto De Sistema Solar Fotovoltaico Utilizando O Modelo Sam: Uma Comparação Entre Belém, Fortaleza E Brasília. *Revista Brasileira de Energias Renováveis*, [s. l.], v. 5, n. 2, 2017.

DOLTER, Brett D.; BOUCHER, Martin. Solar energy justice: A case-study analysis of Saskatchewan, Canada. *Applied Energy*, [s. l.], v. 225, n. October 2017, p. 221-232, 2018. Disponível em:

EBHUOMA, O.; GEBRESLASIE, M.; MAGUBANE, L. A Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA) forecasting model to predict monthly malaria cases in KwaZulu-Natal, South Africa. *South African Medical Journal*, v. 108, n. 7, 2018.

EMBRAPA INFORMÁTICA AGROPECUÁRIA. Ageitec. Disponível em:. Acessado em: 25 jul. 2019.

HOFFMANN, Rodolfo. Segurança Alimentar e Produção de Etanol no Brasil Food Security and Ethanol Production in Brazil. *Segurança Alimentar e Nutricional*, [s. l.], v. 13, n. 2, p. 1-5, 2006. Disponível em:

IODICE, Paolo; SENATORE, Adolfo. Cold start emissions of a motorcycle using ethanol-gasoline blended fuels. *Energy Procedia*, [s. l.], v. 45, p. 809-818, 2014. Disponível em:

LIMA, D. A. et al. Stochastic analysis of economic viability of photovoltaic panels installation for big consumers in Brazil. *Electric Power Systems Research*, v. 173, p. 164-172, 2019.

RIBEIRO, Camilo Bastos; SCHIRMER, Waldir Nagel. Panorama Dos Combustíveis E Biocombustíveis No Brasil E As Emissões Gasosas Decorrentes Do Uso Da Gasolina / Etanol. *BIOFIX Scientific Journal*, [s. l.], v. 2, p. 16-22, 2017.

SOUZA, A. M. et al. Electrical energy supply for Rio Grande do Sul, Brazil, using forecast combination of weighted eigenvalues. *Gestão da Produção, Operações e Sistemas*, v. 6, n. 3, p. 23-39, jul./set. 2011.

SAHA, D. et al. Long-term trend of ventilation coefficient over Delhi and its potential impacts on air quality. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, v. 15, p. 100234, 2019.

VICHI, Flavio Maron; MANSOR, Maria Teresa Castilho. Energy, environment and economy: Brazil in the world context. *Quimica Nova*, [s. l.], v. 32, n. 3, p. 757-767, 2009.

WANG, Shuofeng; JI, Changwei; ZHANG, Bo. Effect of hydrogen addition on combustion and emissions performance of a spark-ignited ethanol engine at idle and stoichiometric conditions. *International Journal of Hydrogen Energy*, [s. l.], v. 35, n. 17, p. 9205-9213, 2010. Disponível em:

Bioeconomia:
DIVERSIDADE E RIQUEZA PARA O
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

SALÃO DO UNIJUI 2019
CONHECIMENTO

21 a 24 de outubro de 2019

XXVII Seminário de Iniciação Científica
XXIV Jornada de Pesquisa
XX Jornada de Extensão
IX Seminário de Inovação e Tecnologia

Evento: XXIV Jornada de Pesquisa

<<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijhydene.2010.06.026>>