

**Evento:** XXIV Jornada de Pesquisa

**ANÁLISE DA PRODUÇÃO DO BIODIESEL NO BRASIL: UMA APLICAÇÃO  
DA METODOLOGIA DE BOX-JENKINS<sup>1</sup>  
ANALYSIS OF BIODIESEL PRODUCTION IN BRAZIL: AN APPLICATION  
OF BOX-JENKINS METHODOLOGY**

**Tailon Martins<sup>2</sup>, Alisson Castro Barreto<sup>3</sup>, Bianca Reichert<sup>4</sup>, Claudia Aline  
De Souza Ramser<sup>5</sup>, Adriano Mendonça Souza<sup>6</sup>**

<sup>1</sup> Pesquisa Institucional desenvolvida no Laboratório de Análises e Modelagem Estatística - LAME, através do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

<sup>2</sup> Aluno do Curso de Mestrado em Engenharia de Produção da UFSM, [martins.tailon@gmail.com](mailto:martins.tailon@gmail.com)

<sup>3</sup> Aluno do Curso de Mestrado em Engenharia de Produção da UFSM, bolsista CAPES, [alisson747@gmail.com.br](mailto:alisson747@gmail.com.br)

<sup>4</sup> Aluna do Curso de Mestrado em Engenharia de Produção da UFSM, bolsista CAPES, [bianca.reichert@hotmail.com](mailto:bianca.reichert@hotmail.com)

<sup>5</sup> Professora de Estatística do Curso de Graduação em Medicina Veterinária FASA - Faculdade Santo Ângelo/ Tutora Externa do Centro Universitário Leonardo da Vinci - UNIASSELVI do Curso de Graduação em Administração, [claudiaramser@hotmail.com](mailto:claudiaramser@hotmail.com)

<sup>6</sup> Professor Doutor do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da UFSM, Orientador, [amsouza.sm@gmail.com.br](mailto:amsouza.sm@gmail.com.br)

**RESUMO**

Desde a Revolução Industrial, a matriz energética mundial possui como base fontes não renováveis, as quais são responsáveis pela emissão dos gases do efeito estufa. A fim de tornar a matriz energética mundial mais sustentável, estuda-se como alternativa a utilização da bioenergia como a fonte de maior produção de energia. Este artigo teve por objetivo realizar a previsão da produção do biodiesel para as cinco regiões brasileiras, para os meses de junho a novembro de 2019, com o intuito de contribuir com as políticas públicas e estratégias de fomento. Os dados foram selecionados pelas regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul, e coletados entre os períodos de janeiro de 2009 a maio de 2019, totalizando 625 observações. Os modelos ajustados para as regiões centro-oeste, nordeste, sudeste, norte e sul foram, respectivamente: SARIMA(2,1,0)(1,0,0)12, ARIMA(1,1,0), SARIMA(1,0,0)(1,0,0)12, ARFIMA(1,d\*,0) e SARIMA(1,1,1)(1,0,1)12. Os resultados encontrados mostram que a produção na região nordeste deve manter-se constante. Para as regiões Centro-Oeste e Sul é previsto que a produção se manterá inicialmente constante e depois apresentará decaimento. E para as regiões norte e sudeste é previsto que ocorra um leve decaimento. Para pesquisas futuras, sugere-se comparar os resultados previstos com a demanda real para verificar a acurácia dos modelos ajustados.

**Palavras-chave:** Biodiesel; Séries Temporais; Modelos ARIMA; Previsão.

**ABSTRACT**

Since the Industrial Revolution, the world's energy matrix has been based on non-renewable sources, which are responsible for the emission of greenhouse gases. In order to make the world's

**Evento:** XXIV Jornada de Pesquisa

energy matrix more sustainable, the use of bioenergy as the source of higher energy production is being studied as an alternative. This article aimed to forecast biodiesel production for the five Brazilian regions, from June to November 2019, in order to contribute to public policies and development strategies. Data were selected by the North, Northeast, Midwest, Southeast and South regions, and collected from January 2009 to May 2019, totaling 625 observations. The models adjusted for the Midwest, Northeast, Southeast, North and South were, respectively: SARIMA(2,1,0)(1,0,0)<sub>12</sub>, ARIMA(1,1,0), SARIMA(1,0,0)(1,0,0)<sub>12</sub>, ARFIMA(1,d\*,0) e SARIMA(1,1,1)(1,0,1)<sub>12</sub>. The results show that production in the northeast region must remain constant. For the Midwest and South regions it is anticipated that production will initially remain constant and then decay. And for the northern and southeastern regions a slight decay is expected to occur. For future research, it is suggested to compare predicted results with actual demand to verify the accuracy of the adjusted models.

**Keywords:** Biodiesel; Time Series; ARIMA models; Prediction.

## 1. INTRODUÇÃO

A preocupação com os danos ambientais causados pelo uso de combustíveis fósseis aumenta a cada ano, principalmente em relação à emissão de gases poluentes. A matriz energética mundial está apoiada em fontes não renováveis desde a Revolução Industrial, como carvão, petróleo e gás natural. Essas fontes são as principais emissoras dos gases de efeito estufa (GEE) (BRASIL, 2019; IEA, 2019).

O petróleo se tornou o elemento fundamental para a economia moderna, porém sofre constantemente com a limitação da sua capacidade produtiva e variações no preço devido a crises mundiais. Essas variações afetam a balança comercial de muitos países e, conseqüentemente, o consumidor final (BENEDETTI et al., 2006). Cerca de 57% dos derivados do petróleo no mundo são consumidos pelo setor de transporte e 90% da sua energia tem origem em petroquímicos.

O setor de transporte foi responsável em 2016 por um quarto das emissões totais de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) no mundo. O maior aumento absoluto foi proveniente do transporte rodoviário, resultando em 74% das emissões. Historicamente as Américas possuem os maiores índices de emissão de CO<sub>2</sub> nesse setor (IEA, 2019). Nesse contexto, estuda-se como alternativa, a curto e médio prazo, a utilização da bioenergia como principal fonte da matriz energética mundial (BARROS, 2007).

Dentre as bioenergias disponíveis, destaca-se o combustível biodegradável biodiesel, proveniente de fontes renováveis, como óleos vegetais e gorduras animais. Esse biocombustível tem a capacidade de substituir total ou parcialmente o petrodiesel em motores de veículos e geradores de energias (BRASIL, 2011).

A matriz energética brasileira possui considerável diferença frente aos outros países, pois cerca de 43,5% da matriz é formada por fontes de energias renováveis, enquanto a média mundial é de apenas 14% de fontes renováveis (BRASIL, 2019). Um dos subprodutos que corroboram com essas estatísticas é o Biodiesel, o qual teve sua inserção oficial no Brasil em dezembro de 2004, por meio do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB), e foi oficialmente inserido na matriz energética brasileira pela Lei nº 11.097/2005 (SILVA, 2019).

Diante das mudanças na matriz energética mundial e do Brasil e da necessidade de redução da emissão dos GEE, procura-se compreender o comportamento da produção de bioenergias, como o

**Evento:** XXIV Jornada de Pesquisa

Biodiesel, a fim de contribuir com as políticas públicas e estratégias de fomento para a geração de energias renováveis.

Portanto, este artigo tem por objetivo conhecer os comportamentos das séries da produção mensal do Biodiesel para as cinco regiões brasileiras, por meio de modelos econométricos lineares, além de realizar a previsão a curto prazo para os meses de junho a novembro de 2019.

## 2. METODOLOGIA

A variável analisada foi a produção mensal do Biodiesel - B100 (m<sup>3</sup>) no Brasil. Os dados foram selecionados pelas regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul, e coletados entre os períodos de janeiro de 2009 a maio de 2019, totalizando 625 observações. As séries são oriundas da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP (2019) (<http://www.anp.gov.br/dados-estatisticos>).

A metodologia Box-Jenkins ou modelo autorregressivo integrado de médias móveis (ARIMA) é uma técnica amplamente difundida para modelagem de séries temporais. Utilizaram-se os modelos da classe geral ARIMA para análise do comportamento das séries, pois as observações apresentaram autocorrelação. Box, Jenkins e Reinsel (2008) definem uma formulação geral para o modelo ARIMA(p,d,q), o qual pode ser visualizada na equação a seguir.

$$Z_t = \mu + \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + a_t - \dots - \theta_1 a_{t-1} - \dots - \theta_q a_{t-q}$$

Também foi utilizado o modelo ARIMA fracionário, também chamado de ARFIMA(p,d\*,q), em que d\* representa a diferença fracionária, além do modelo ARIMA sazonal ou SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)s para captação da sazonalidade (MORETTIN e TOLOI, 2006).

Inicialmente, traçaram-se os gráficos das séries em nível para verificação do comportamento e possíveis oscilações. Por meio dos testes de raiz unitária Phillips Perron - PP (1988) e Augmented Dickey-Fuller - ADF (1979) foi verificada a estacionariedade das séries.

Os gráficos das funções de Autocorrelação e de Autocorrelação Parcial (FAC e FACP) foram elaborados a fim de verificar a presença de autocorrelação serial, pressuposto da modelagem ARIMA, e identificar os filtros e a ordem do modelo para cada série (BOX e JENKINS, 1970).

Diversos modelos concorrentes foram ajustados utilizando o método da Máxima Verossimilhança, de acordo com a metodologia de Box e Jenkins (1970), e apenas os modelos que apresentaram Ruído Branco  $a_t \approx N(0, \sigma^2)$  foram selecionados, com média zero, variância constante e valores não autocorrelacionados. A escolha do melhor modelo se deu por meio das estatísticas penalizadoras, como Critério de Informação Akaike (AIC) (AKAIKE, 1974) e Critério de Informação Bayesiana (BIC) (SCHWARZ, 1978), conforme as equações a seguir.

$$AIC_{(k,l)} = \ln \sigma_{k,l}^2 + \frac{2(k+l)}{N} \quad BIC_{(k,l)} = \ln \sigma_{k,l}^2 + (k+l) \frac{\ln N}{N}$$

O melhor modelo de cada região utilizado para prever a produção dos próximos 6 meses foi avaliado pela estatística U-Theil, em que compara o modelo de previsão ajustado com a previsão ingênua (MONTGOMERY; JENNINGS; KULAHCI, 2015). A equação de U-Theil está representada a seguir.

**Evento:** XXIV Jornada de Pesquisa

$$U - Theil = \frac{\sqrt{\sum_{t=1}^n (Z_t - \bar{Z}_{t-1})^2}}{\sqrt{\sum_{t=1}^n (Z_t - Z_{t-1})^2}}$$

Em que o erro é definido pela subtração dos valores da série original pela previsão ( $Z_t - \bar{Z}_{t-1}$ ) e  $Z_{t-1}$  é o valor da série original defasado em t-1 períodos.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Produção Nacional de Biodiesel - B100 (m<sup>3</sup>), entre janeiro de 2009 e maio de 2019, é apresentada na Figura 1 conforme as cinco regiões brasileiras. Pode-se analisar que a produção se mantém constante nas regiões Nordeste, Norte e Sudeste, sem alterações abruptas durante o período observado.

As regiões Centro-Oeste e Sul apresentam um comportamento crescente, evidenciando a não estacionariedade da série. De acordo com a tendência crescente das séries, pode-se afirmar que a produção para os próximos períodos aumente.

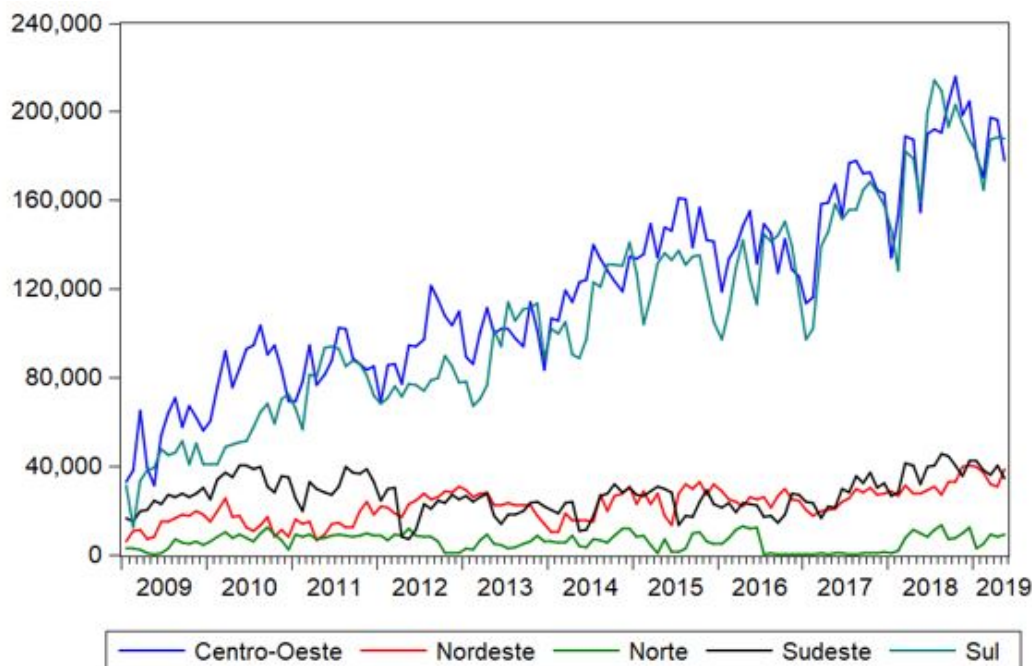


Figura 1 - Produção do biodiesel B-100 por região

Fonte: os autores.

Na Figura 1 é possível identificar a disparidade da produção de biodiesel de acordo com as cinco

**Evento:** XXIV Jornada de Pesquisa

regiões do país, conforme Martins e Carneiro (2017) isso ocorre devido a capacidade produtiva das empresas que se concentram em diferentes regiões do país. Além disso, a produção do biodiesel também é influenciada pelo cultivo das suas matérias-primas, as quais dependem da disponibilidade territorial e das condições climáticas. Essas características têm incentivado o investimento em políticas públicas para o aproveitamento das potencialidades regionais (BRASIL, 2018).

As regiões mais produtivas são a região Centro-Oeste e Sul, pois possuem quase 70% das empresas e 80% do total da capacidade produtiva. As regiões menos produtivas são as regiões Nordeste e Norte, as quais apresentam o menor número de indústrias e menos de 5% do total de capacidade instalada de produção (MARTINS e CARNEIRO, 2017)

A produção do biodiesel no país surgiu por meio do Programa Nacional de Produção de Biodiesel (PNPB), o qual foi decretado em dezembro de 2003, oficialmente lançado em 2004, em meio a um cenário do aumento do preço do petróleo e da pressão mundial, no quesito de reduzir o consumo dos combustíveis fósseis. No Brasil, a Lei 11.097/2005, inseriu o biodiesel como mistura parcial para o diesel mineral. Um dos principais contribuintes para o lançamento deste fenômeno foi o Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES, em 2006, o "Programa de Apoio Financeiro a Investimentos em Biodiesel" com o intuito de apoiar investimentos na produção de biodiesel (PRATES, et al., 2007).

A lei surgiu com o propósito de promover o desenvolvimento sustentável, estabelecendo inicialmente o percentual mínimo de 2% de adição de biodiesel ao diesel fóssil, e desde então sofrendo constantes alterações a fim de promover o uso do biodiesel.

Ainda, ao analisar a Figura 1, pode-se perceber elevações repentinas na produção em todas as regiões, as quais ocorreram em julho de 2009, início de 2010, julho de 2014, novembro de 2014, março de 2017, e uma recente e grande elevação da produção em março de 2018.

Essas mudanças são justificadas pelas alterações recorrentes na política nacional dos biodieseis, estabelecida pelo Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), que prevê a expansão obrigatória da adição do biodiesel ao diesel fóssil no Brasil de forma gradual e progressiva. Os picos produtivos ocorreram em função da alteração da adição do biodiesel prevista por lei. Dentro do período observado, as mudanças ocorreram em julho de 2009, em que o percentual de 3% foi alterado para 4%. Em janeiro de 2010 o percentual subiu para 5% e somente em julho de 2014 passou para 6% e em novembro do mesmo ano atingiu os 7%. O percentual que em março de 2017 passou a 8%, no ano seguinte, no mesmo mês aumentou para 10% (VIEGAS E ARANTES, 2018).

As duas últimas mudanças no percentual de adição do biocombustível, ocorrida em março, se deu pelo motivo de que este mês coincide com o início da safra da soja (principal matéria-prima), período em que há abundância de oferta do grão (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2018). Comumente, essas mudanças ocorrem mediante um cenário do aumento do preço do petróleo ou da pressão mundial, no quesito de reduzir o consumo dos combustíveis fósseis (PRATES, et al., 2007).

Ao analisar de forma individual as regiões brasileiras, pode-se perceber que a produção das regiões Centro-Oeste e Sul, que apesar da tendência crescente em todo o período de análise, possuem picos produtivos que ocorrem no meio do ano, principalmente em julho, e após isso decaem lentamente. Este fator pode ser explicado devido a soja ser a principal matéria-prima

**Evento:** XXIV Jornada de Pesquisa

para a produção de biodiesel no Brasil (APROBIO, 2015) e os principais estados produtores do grão são o Mato Grosso, Paraná, Rio Grande do Sul e Goiás (EMBRAPA, 2019). A ocorrência desses picos pode ser justificada pelo cultivo da soja, uma vez que a sua colheita ocorre no mês de maio. Após isso, o grão é destinado a produção do biodiesel e, por questões logísticas, é encaminhado para as plantas produtoras do combustível na mesma região em que é produzido. Em relação a região Nordeste, observa-se que a série se manteve estável sem variações abruptas. Essa região convive com secas periódicas e possuem grandes contingentes de miseráveis nas zonas rurais. A mamona e o algodão são viáveis para a região, ambas apresentando ciclo anual. Ao mesmo passo que o algodão possui o sistema de produção mecanizado, a mamona ainda necessita de mão de obra operacional intensiva. A vantagem do cultivo da mamona é que seu rendimento é superior ao do algodão, produzindo de 0,5 a 0,9 toneladas de óleo por hectare, enquanto o algodão se restringe em 0,1 a 0,2 toneladas por hectare. A região ainda dispõe de outras oleaginosas de ciclos de colheitas diferente, como o coco, a palma e o babaçu, o que equilibra a produção durante todo o ano (GARCIA, 2007).

A região Norte é a que apresenta menores níveis de produção (Figura 1), o que pode ser justificado pela matéria-prima utilizada. Essa região, apesar de apresentar vasta extensão territorial, é coberta por floresta nativa. No geral, a região dispõe de uma área desmatada superior a 5 milhões de hectares, própria para o cultivo da palma africana ou dendê os quais são utilizados na produção do biodiesel (SLUSZZ, 2006).

A região Sudeste é a terceira região que mais produz biodiesel (Figura 1), mas que desde o início do período em análise se mantém constante, apenas com pequenas oscilações. A região Sudeste, assim como a região Sul, apresenta poucas áreas para a expansão da agricultura, por isso são implantados os sistemas de consórcio ou plantações rotacionadas. O amendoim é rotacionado com a cana-de-açúcar, o girassol com o milho e a soja, enquanto a mamona entra em consórcio com o feijão (SLUSZZ, 2006).

Como sugere a metodologia Box-Jenkins, para realizar as projeções dos valores a curto prazo, as séries analisadas precisam ser estacionárias. Os resultados dos testes de raiz unitária Phillips Perron (PP) e Augmented Dickey-Fuller (ADF), podem ser visualizados na Tabela 1.

**Evento:** XXIV Jornada de Pesquisa

<i>Phillips Perron - PP</i>										
	Centro-Oeste		Nordeste		Norte		Sudeste		Sul	
Valor crítico	Série em nível	diferença s	Série em nível	diferença s	Série em nível	diferença s	Série em nível	diferença s	Série em nível	diferença s
1%	-3,48		-3,48		-3,48		-3,48		-3,48	
5%	-2,88		-2,88		-2,88		-2,88		-2,88	
10%	-2,57		-2,57		-2,57		-2,57		-2,57	
<i>Estatística - t</i>	<b>-1,88</b>	<b>-16,53</b>	<b>-2,88</b>	<b>-16,61</b>	<b>-4,38</b>	<b>-14,77</b>	<b>-3,68</b>	<b>-14,29</b>	<b>-1,00</b>	<b>-16,77</b>
<i>Hipótese nula</i>	<i>A série possui raiz unitária</i>									
<i>Augmented Dickey-Fuller - ADF</i>										
	Centro-Oeste		Nordeste		Norte		Sudeste		Sul	
Valor crítico	Série em nível	1 <sup>as</sup> diferença s	Série em nível	1 <sup>as</sup> diferença s	Série em nível	1 <sup>as</sup> diferença s	Série em nível	1 <sup>as</sup> diferença s	Série em nível	1 <sup>as</sup> diferença s
1%	-3,48		-3,48		-3,48		-3,48		-3,48	
5%	-2,88		-2,88		-2,88		-2,88		-2,88	
10%	-2,57		-2,57		-2,57		-2,57		-2,57	
<i>Estatística - t</i>	<b>-1,13</b>	<b>-11,68</b>	<b>-2,36</b>	<b>-14,29</b>	<b>-4,47</b>	<b>-12,41</b>	<b>-3,87</b>	<b>-10,04</b>	<b>1,50</b>	<b>-12,25</b>
<i>Hipótese nula</i>	<i>A série possui raiz unitária</i>									

Tabela 1 - Resultado dos testes PP e ADF para as séries de produção nacional do biodiesel - B100  
Fonte: os autores.

Os testes de raízes unitárias ADF e PP, ao nível de 5% de significância, confirmaram que as séries de produção de Biodiesel - B100 das regiões Sul, Nordeste e Centro-Oeste são não-estacionárias em nível, mas que após a aplicação de primeiras diferenças, se tornam estacionárias. As demais regiões, Norte e Sudeste, são estacionárias em nível, demonstrando que a produção de biodiesel destas regiões permaneceu estável durante o período observado.

Os gráficos da Função de Autocorrelação (FAC) e da Função de Autocorrelação Parcial (FACP) gerados podem ser observados conforme Figura 2.

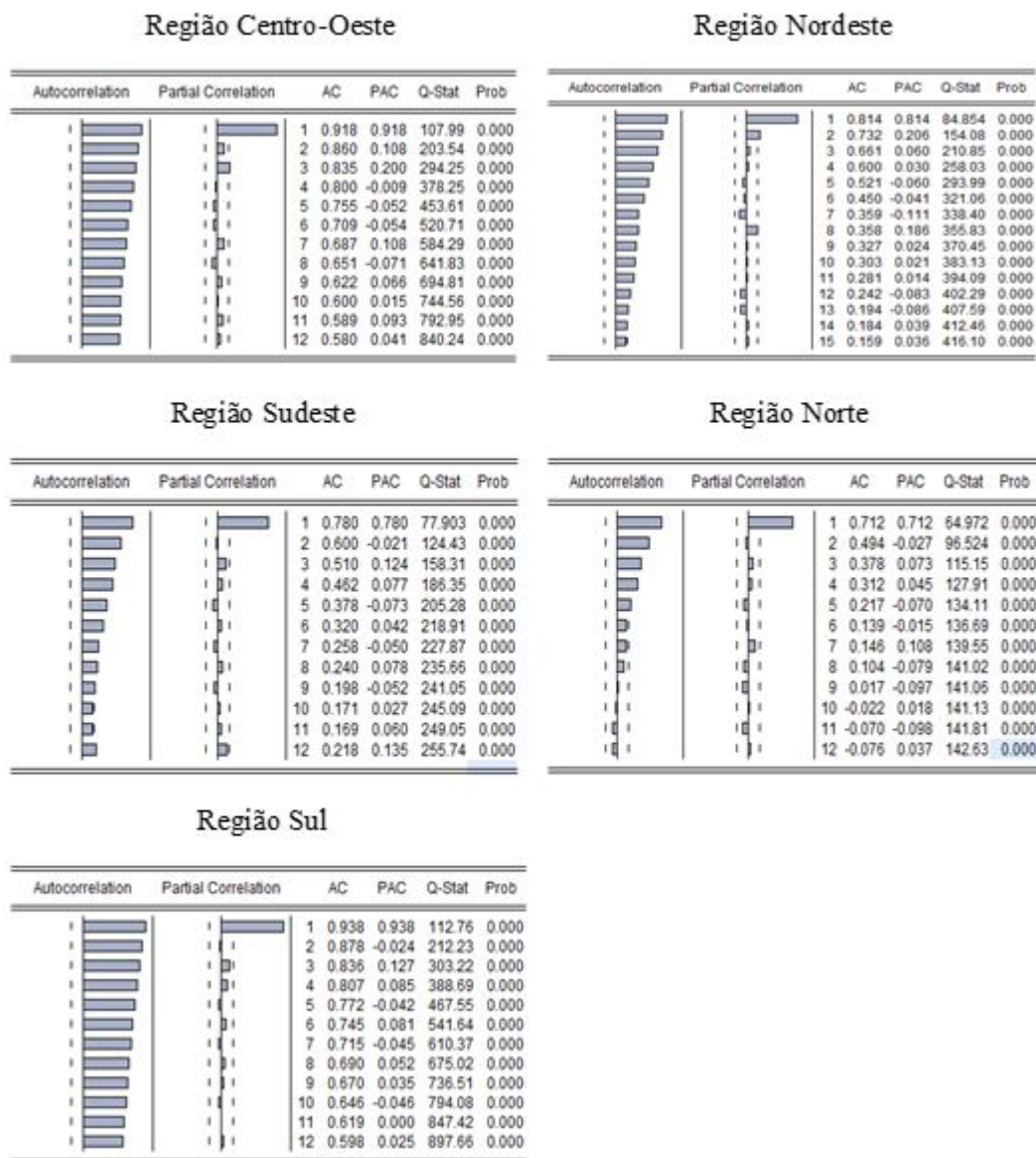


Figura 2 - Função de Autocorrelação e Função de Autocorrelação Parcial  
Fonte: os autores.

Por meio da análise da Figura 3, pode-se verificar que os gráficos da FAC e FACP sugerem que para todas as séries os modelos apresentem fatores autoregressivos de primeira ordem. Os melhores modelos ajustados para as séries de cada região são descritos na Tabela 2, os quais apresentaram a condição de ruído branco.



**Evento:** XXIV Jornada de Pesquisa

Região	Modelo	Parâmetro	AIC	BIC	U-Theil
Centro-Oeste	SARIMA (2,1,0) (1,0,0) <sub>12</sub>	$\phi_1 = -0,39$ $\phi_2 = -0,29$ $\Phi_{12} = 0,48$	21,65	21,74	0,04
Nordeste	ARIMA (1,1,0)	$\phi_1 = -0,26$	19,48	19,53	0,08
Sudeste	SARIMA (1,0,0) (1,0,0) <sub>12</sub>	$\phi_1 = 0,97$ $\Phi_{12} = 0,21$	20,03	20,1	0,09
Norte	ARFIMA (1, d*,0)	$\phi_1 = 0,30$ $d^* = 0,44$	18,66	18,72	0,19
Sul	SARIMA (1,1,1) (1,0,1) <sub>12</sub>	$\phi_1 = -0,25$ $\theta_1 = 0,95$ $\Phi_{12} = -0,21$ $\Theta_{12} = -0,75$	21,52	21,64	0,04

Tabela 2 - Melhores modelos ajustados para as cinco regiões

Fonte: os autores.

Os modelos selecionados também apresentaram os melhores valores para a estatística de previsão U-Theil. Observa-se que os modelos ajustados não são de mesma ordem, pois cada região apresenta peculiaridades distintas em relação à produção de biodiesel nas diferentes regiões não é semelhante.

Para a região Centro-Oeste o modelo encontrado possui dois componentes autoregressivos, primeiras diferenças e um componente auto regressivo sazonal de ordem 12 - SARIMA(2,1,0)(1,0,0)<sub>12</sub>. O modelo encontrado para a região Nordeste é formado por primeiras diferenças e um componente autoregressivo - ARIMA(1,1,0). Para a região Sudeste, o modelo é composto por componentes autoregressivos e autoregressivos sazonais de ordem 12 - SARIMA(1,0,0)(1,0,0)<sub>12</sub>. Para a região Norte, o modelo encontrado é do tipo fracionário, com  $d = 0,44$ , e componente autoregressivos - ARFIMA(1,d\*,0). E por fim, o modelo encontrado para a região Sul apresenta um componente autoregressivo, primeiras diferenças, e componente de médias móveis, e ainda, o conjunto sazonal do modelo apresenta componentes autoregressivos e de médias móveis sazonais de ordem 12 - SARIMA(1,1,1)(1,0,1).

Os modelos ajustados foram capazes de captar as variações das séries originais na projeção dos valores futuros. Os valores foram previstos para o período de seis passos à frente, de junho a novembro de 2019, conforme Figura 3. Observa-se também que as previsões se mantiveram dentro dos intervalos de confiança.

**Evento:** XXIV Jornada de Pesquisa

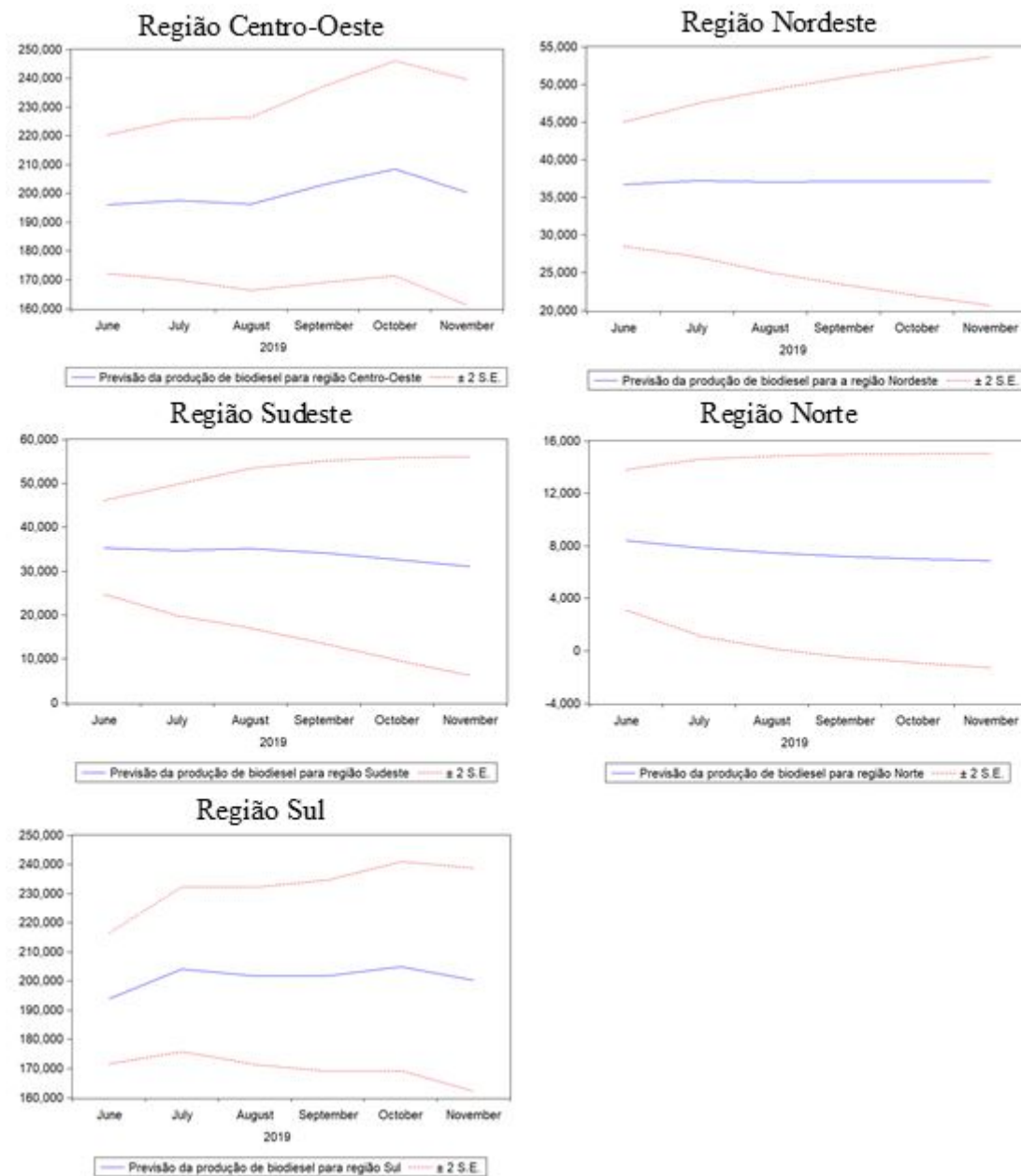


Figura 3 - Previsão da produção de Biodiesel B-100  
Fonte: os autores.

É possível observar pela Figura 3 que a produção para os próximos 6 meses na região Nordeste deve manter-se constante sem grandes alterações estruturais na série. Ao se analisar a produção

**Evento:** XXIV Jornada de Pesquisa

de biodiesel da região Centro-Oeste para os próximos seis meses, percebe-se que ela tende a permanecer estável, com uma pequena tendência de crescimento de agosto a outubro e que após este período tende a decair lentamente. Para a região Sul é previsto que a produção se manterá constante entre julho e outubro e após esse período apresentará decaimento.

A previsão da produção de biodiesel para a região norte é que ocorra um leve decaimento. Esse resultado pode ser justificado pelo fato de que a palma (dendê) pode ser colhida em todos os meses do ano, tendo um ciclo de eficiência de 8 anos e fornecendo cerca de 3 a 6 toneladas de óleo por hectare (GARCIA, 2007).

A região Sudeste também apresentou, para os valores previstos, um leve decaimento no decorrer dos meses. Sluszz (2006) corrobora com os resultados encontrados ao afirmar que a região ao longo do tempo não buscou investir na produção de biodiesel, pois a produção de outros grãos para outros fins apresenta uma rentabilidade maior, enquanto que o cultivo de grãos para o biodiesel não é tão atrativo.

Gerou-se ainda os gráficos de continuidade entre os valores das séries originais e as previsões para cada região, conforme Figura 4.

**Evento:** XXIV Jornada de Pesquisa

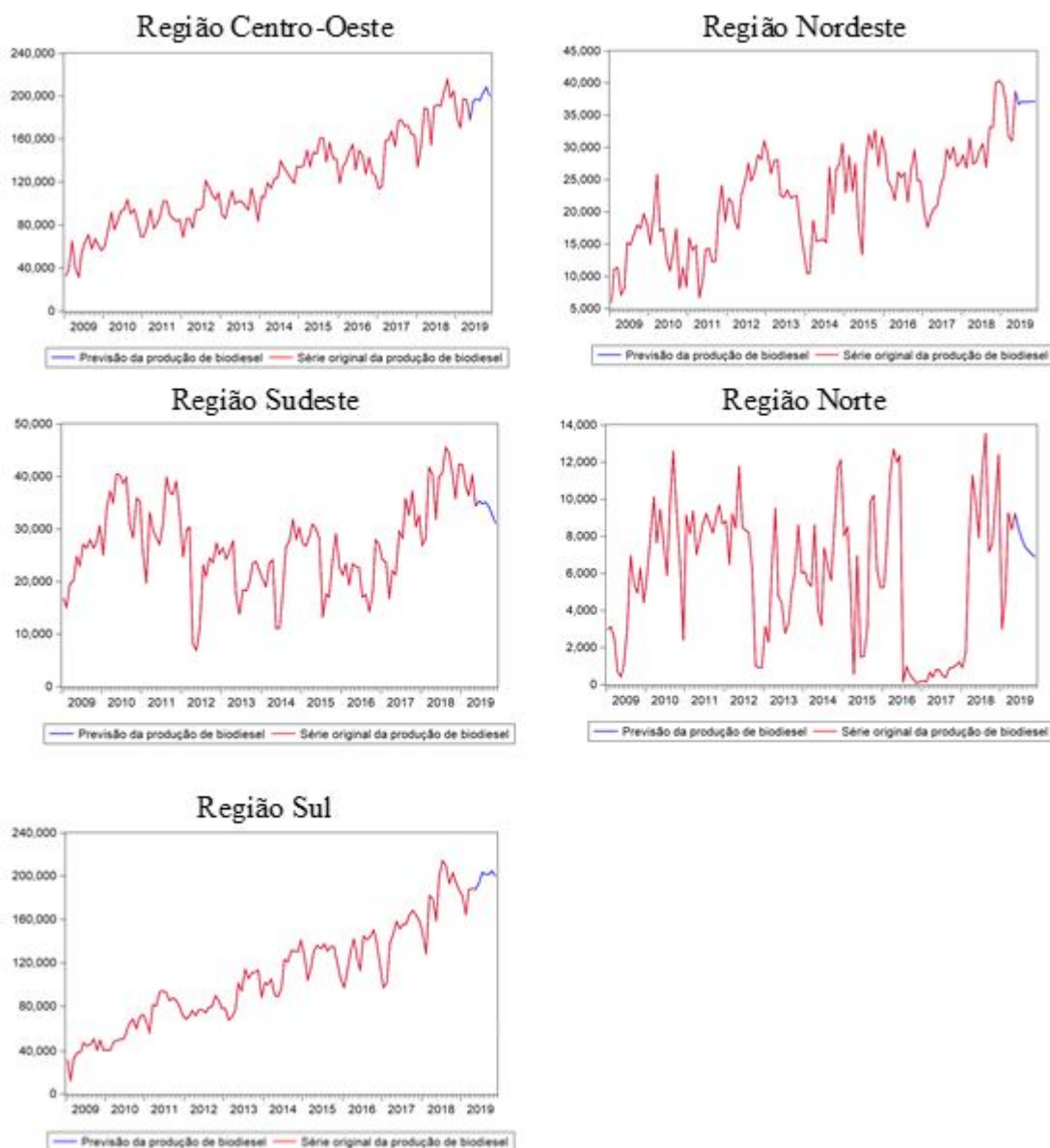


Figura 4 - Previsão da produção e série original da produção de Biodiesel-B100

Fonte: os autores.

Ao observar a Figura 4, percebe-se que o movimento das séries dos valores previstos para seis meses está de acordo com a série dos valores observados. Presume-se que os modelos encontrados para realizar as previsões conseguiram captar a tendência dos valores e, também, o movimento sazonal, demonstrando a assertividade do método utilizado.

**Evento:** XXIV Jornada de Pesquisa

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Objetivou-se realizar previsão da produção do biodiesel para as cinco regiões brasileiras nos meses de junho a novembro de 2019, a fim de contribuir com as políticas públicas e estratégias de fomento para a produção de fontes de energias renováveis. Foram ajustados modelos de previsão para cada região do país e se realizou a previsão dos valores no curto prazo, conforme a metodologia Box-Jenkins.

Para a região Centro-Oeste o modelo encontrado foi o SARIMA(2,1,0)(1,0,0)<sub>12</sub>, para a região Nordeste foi o modelo ARIMA(1,1,0), região Sudeste o modelo SARIMA(1,0,0)(1,0,0)<sub>12</sub>, região Norte o modelo ARFIMA(1,d\*,0), e, por fim, para a região Sul foi o modelo SARIMA(1,1,1)(1,0,1)<sub>12</sub>.

As previsões realizadas sugerem que a produção na região Nordeste deve manter-se constante, bem como para as regiões Centro-Oeste e Sul que será inicialmente constante e depois apresentará decaimento. E para as regiões Norte e Sudeste é previsto que ocorra um leve decaimento ao longo do período.

Portanto, a modelagem da produção do Biodiesel para cada região do país permitiu projetar os valores de acordo com o comportamento original da série, captando os fatores estilizados, tais como tendência e sazonalidade, proporcionando maior assertividade das previsões. Ademais, a análise permitiu identificar quais regiões lideram a produção do Biodiesel-B100 a nível nacional, bem como compreender os fatores que influenciam na produtividade de cada uma.

Para pesquisas futuras, sugere-se comparar os resultados previstos com a demanda real para verificar a acurácia dos modelos ajustados, além de comparar os modelos encontrados com outros ajustes de séries temporais.

#### **REFERÊNCIAS**

ANP. Dados estatísticos. 2019. Disponível em: < <http://www.anp.gov.br/dados-estatisticos>> Acesso em: 25 Jul. 2019.

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

APROBIO. Soja é a matéria-prima de 82% do biodiesel produzido no Brasil. 2015. Disponível em: < <https://aprobio.com.br/2015/11/24/soja-e-a-materia-prima-de-82-do-biodiesel-produzido-no-brasil/>> Acesso em: 25 Jul. 2019.

BARROS, Evandro Vieira de. A matriz energética mundial e a competitividade das nações: bases de uma nova geopolítica. Engevista, v. 9, n. 1, 2007.

BENEDETTI, O. et al. (2006). "Uma proposta de modelo para avaliar a viabilidade do Biodiesel no Brasil". Teoria e Evidência Econômica, 14(ed. Especial), 81-107.

BOX, G. E. P.; JENKINS, G.; REINSEL, G. C. Time Series Analysis: Forecasting and Control. New Jersey: Prentice Hall, 2008.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO. Produção e fornecimento de biocombustíveis. 2018. Disponível em: . Acesso em: 26 Jun. 2019.

BRASIL. Empresa de Pesquisa Energética. Ministério de Minas e Energia. Energia e aquecimento global. Disponível em: . Acesso em: 21 jul. 2019.

BRASIL. Infraestrutura. Ministério da Infraestrutura. Biodiesel. 2011. Disponível em: . Acesso em: 21 Jul. 2019.

**Evento:** XXIV Jornada de Pesquisa

BRASIL. Lei nº 13.263, de 23 de março de 2016. Altera a Lei nº 13.033, de 24 de setembro de 2014, para dispor sobre os percentuais de adição de biodiesel ao óleo diesel comercializado no território nacional. 2016. . Acesso em: 21 Jul. 2019.

CONSELHO NACIONAL DE POLÍTICA ENERGÉTICA. CNPE propõe expansão de mistura de biodiesel para até 15% e estabelece novas regras para venda de petróleo e gás natural da União. 2018. Disponível em: <

<http://www.anp.gov.br/noticias/anp-e-p/4871-cnpe-propoe-expansao-de-mistura-de-biodiesel-para-a-te-15-e-estabelece-novas-regras-para-venda-do-petroleo-e-gas-natural-da-uniao>> Acesso em: 6 Jul. 2019.

EMBRAPA. Matérias-primas para produção de biodiesel: priorizando alternativas. 2005. Disponível em: <

[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/matprima1\\_000gevvbauw02wx5ok0dnrsvx8drsue9.pdf](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/matprima1_000gevvbauw02wx5ok0dnrsvx8drsue9.pdf)> Acesso em: 25 Jul. 2019.

EMBRAPA. Soja em números (Safrá 2018/19). 2019. Disponível em: <

<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>>. Acesso em: 25 Jul. 2019.

GARCIA, J. R. O programa nacional de produção e uso de biodiesel brasileiro e a agricultura familiar na região nordeste. 2007. 200p. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Economia, Campinas, SP. Disponível em: . Acesso em: 25 Jul. 2019.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. World Energy Balances. IEA, 2019. Disponível em: . Acesso em: 21 jul. 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.

MARTINS, L. O. S.; CARNEIRO, R. A. F. O Brasil está pronto para o B20? Um estudo sobre a capacidade e potencialidade de produção de biodiesel. *Revista Textura*, v.10, n.19, p.123-129, 2017. Disponível em: Acesso em: 25 Jul. 2019.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Porcentual de biodiesel passa para 10%. 2018. Disponível em: < <http://www.mme.gov.br/web/guest/pagina-inicial>> Acesso em: 6 Jul. 2019.

MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. C. Análise de séries temporais. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2006.

Phillips, P.C.B. and P. Perron (1988). "Testing for a Unit Root in Time Series Regression," *Biometrika*, 75,335-346.

PRATES, C. P. T. Formação de mercado de biodiesel no Brasil. *BNDES Setorial*, Rio de Janeiro, n. 25, p. 39-64, 2007. Disponível em: Acesso em: 25 Jul. 2019.

SCHWARZ, G. (1978). Estimating the Dimension of a Model. *Annals of Statistics*, 6, 461-464. <http://dx.doi.org/10.1214/aos/1176344136>.

SILVA, Marcelo Santana et al. Diagnósticos econômico e estrutural da cadeia produtiva do biodiesel no Brasil: um estudo de caso no estado da Bahia. *RDE-Revista de Desenvolvimento Econômico*, v. 3, n. 41, 2019.

SLUSZZ, T.; MACHADO, J. A. D. Características das potenciais culturas matérias-primas do biodiesel e sua adoção pela agricultura familiar. 2006. In: Encontro de Energia no Meio Rural, An. 6. Disponível em:

Bioeconomia:  
DIVERSIDADE E RIQUEZA PARA O  
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

# SALÃO DO CONHECIMENTO

UNIJUI 2019

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://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=MSC0000000022006000100032&lng=en&nrm=iso](http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC0000000022006000100032&lng=en&nrm=iso)> Acesso em: 25 Jul. 2019.

VIEGAS, T. O. C.; ARANTES, L. S. Políticas públicas para a ampliação da produção de biodiesel no Brasil. 2018. Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana. Disponível em: