



## **Análise das oscilações dos preços de etanol e gasolina no município de Santarém**

### ***Analysis of fluctuations in ethanol and gasoline prices in the municipality of Santarém***

Arthur Silva de Freitas<sup>1</sup>  
Tarcísio da Costa Lobato<sup>2</sup>  
Brena do Nascimento Carvalho<sup>3</sup>

**Resumo** – Este artigo busca compreender o comportamento das oscilações do preço da gasolina e etanol no município de Santarém entre agosto de 2001 e novembro de 2019. Os dados foram coletados na Agência Nacional do Petróleo. As séries dos preços dos combustíveis foi deflacionada e aplicado o modelo de predição Autorregressivo Integrado de Médias Móveis-ARIMA. Com base nos resultados, verificou-se que a série possui ciclos que podem ser explicados pela ótica da influência de políticas do governo e a cotação do dólar. Ademais, acontecimentos esporádicos podem influenciar rupturas nesses ciclos, como é o caso da crise dos caminhoneiros ocorrida em 2018 que conseguiu influenciar distintamente os dois combustíveis. *Palavras-chave:* Gasolina. Etanol. Santarém. ARIMA.

**Abstrac:** This article search to understand the behavior of fluctuations in the price of gasoline and ethanol in the municipality of Santarém between August 2001 and November 2019. The data were collected at the National Petroleum Agency. The price series was deflated and the Autoregressive Integrated Moving Average -ARIMA was applied. The results showed that the series has cycles that can be explained by the perspective of the influence of government policies and the dollar exchange rate. In addition, sporadic events can influence disruptions in these cycles, as is the case of the truck drivers crisis that occurred in 2018, which managed to distinctly influence the two fuels. *Keywords:* Gasoline. Ethanol. Santarém. ARIMA.

## **1 Introdução**

Após o processo de substituição da matriz energética do carvão pelo petróleo durante o século XX, este passou a ser utilizado de forma intensiva principalmente a partir

<sup>1</sup>Graduado em Ciências Econômicas pela Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA). E-mail: freitassarthur.s.f@hotmail.com

<sup>2</sup>Graduado em Matemática pela Universidade do Estado do Pará (UEPA). Doutor em Economia Aplicada pela Universidade de São Paulo (USP). Professor da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA). E-mail: tarcisiolobato@yahoo.com.br

<sup>3</sup>Graduada em Ciências Econômicas pela Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA). Mestrado em Economia Aplicada pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR). E-mail: hellazer09@gmail.com



da Segunda Guerra Mundial, tornando-se uma fonte de energia essencial para a economia mundial. Contudo, a partir dos choques de preços do petróleo ocorridos na década de 1970, os países passaram a se preocupar com o esgotamento e a dependência desse recurso, bem como o desenvolvimento de fontes alternativas para substituição ao petróleo (ROPPA, 2005).

Neste sentido, ocorreu no Brasil em 1953 a criação da Petrobrás e a expansão de várias refinarias, a fim de fortalecer a substituição do carvão mineral pelo petróleo. Porém, após os dois choques sofridos na década de 1970, o Brasil também tratou de adotar estratégias para reduzir sua dependência do petróleo, surgindo assim, o Programa Nacional do Álcool - PNA (NAPPO, 2007), criado com o objetivo de estimular a produção de álcool para atender as necessidades do mercado interno e externo e da política de combustíveis automotivos. Dessa maneira, desde 1970, nota-se que o mercado de gasolina no Brasil se mostra relacionado com o do etanol, sendo que muitas vezes, a gasolina era misturada com o etanol no abastecimento dos veículos, com o objetivo de não apenas estabilizar o preço doméstico da gasolina, mas também reduzir as emissões de poluentes. Ademais, a partir de 2003, com o surgimento de uma nova tecnologia nos veículos – flex fuel - os consumidores passaram a ter opção na escolha do combustível que poderiam utilizar, permitindo-o optar pelo combustível mais barato (MELLO; SAMPAIO, 2014).

Nesse contexto, muitos fatores podem ser responsáveis pelas oscilações de preços destes dois combustíveis, desde fatores climáticos a variações do dólar, que nos últimos anos têm exercido um grande poder na cotação do barril do petróleo e, por consequência, tem impactado diretamente na política de preços dos combustíveis no Brasil (PEREIRA, et. al, 2018). À medida que essas variações (principalmente os aumentos) são repassados às refinarias, o preço de combustível chega aos postos revendedores mais caro e os consumidores nos municípios são afetados diretamente. Deste modo, a importância do estudo dos preços da gasolina e etanol no mercado Santareno se dá, entre outros fatores, principalmente pelo crescimento da frota de veículos automotores no município, pois por consequência a demanda por combustíveis cresce.

Dessa forma, este trabalho tem por objetivo principal identificar as principais razões das oscilações nos preços da gasolina e do etanol no município de Santarém no período de agosto de 2001 a agosto de 2019, assim como verificar qual o combustível mais rentável financeiramente para o consumidor na hora de abastecer seu veículo e apresentar uma previsão para o preço dos dois combustíveis no mercado santareno, por meio do modelo Autorregressivo Integrado de Médias Móveis - ARIMA.

Sendo assim, com a finalidade de atingir os objetivos propostos, este estudo está dividido em seções. Além desta introdução como primeira seção, a segunda apresenta a histórica dos dois combustíveis, bem como as estratégias adotadas ao longo das décadas para superar as crises ocorridas. A terceira seção se dedica a fazer uma breve revisão de literatura, a quarta explica os procedimentos metodológicos a serem utilizados, enquanto a quinta descreve os resultados. Por fim, apresenta-se as considerações finais do estudo.



## **2 O papel do governo nas estratégias de controle do preço dos combustíveis**

### **2.1 O caso da gasolina**

No Brasil, o período de 1930 a 1970 foi marcado pela forte intervenção estatal na economia, principalmente no setor energético. A partir das transformações que surgiram no início deste período e principalmente com o fim da economia cafeeira, uma mudança na economia surgia e se observou que toda a infraestrutura do país estava sendo transformada, sendo que tal processo foi reforçado pela implantação da indústria automobilística no país e pela forte utilização do petróleo pela indústria do petróleo (ROPPA, 2005).

Segundo Nappo (2007), com a alta do barril do petróleo em 1973 o governo brasileiro tentou minimizar os impactos do choque do petróleo, reforçando o mercado interno para diminuir a dependência do mercado internacional, por meio de investimentos na Petrobrás.

Diante deste cenário, Martin (1992), apontou que algumas estratégias foram adotadas pelo Brasil, com o intuito de diminuir a dependência dos países exportadores, dentre elas: investimento em pesquisa e inovação nas fontes energéticas e valorização e conservação dos recursos energéticos. De modo geral, não só o Brasil, mas todos os países que conseguiram colocar em prática tais medidas alcançaram sucesso na redução da dependência da importação de Petróleo.

Ademais, Araújo e Ghirardi (1987) destacam que uma das medidas para diminuir a dependência da importação de petróleo no Brasil foi substituir o óleo importado, aumentando a exploração e produção do petróleo nacional e incentivando a produção de fontes alternativas que não fossem baseadas em petróleo, principalmente na Indústria e de Transporte.

Outro exemplo da atuação do Governo interferindo nas políticas que afetam o álcool e a gasolina ocorreu em 1997 quando foi instituída a Lei do Petróleo (nº 9.478/97) criada com intenção de promover a flexibilização do uso do Petróleo e Gás Natural em território nacional. Foi autorizado a exploração, transporte, produção e refino por empresas nacionais ou estrangeiras desde que autorizadas pela autoridade pública responsável. Neste mesmo período foi criado o Conselho Nacional de Política energética (CNPE) e a ANP para juntos esses dois órgãos gerirem a política energética nacional e a regulação das empresas que vão atuar neste mercado (RIBEIRO, 2005).

### **2.2 O caso do álcool/etanol**

Ao entender seu papel central no funcionamento do mercado do etanol, o governo tentará atingir equilíbrios necessários para sua economia, de forma que a níveis ideais consiga equalizar oferta e demanda. Para tais objetivos serão necessários a inserção de políticas e ações que sejam realmente eficientes.

Deste modo, Nappo (2007) indica uma importante estratégia adotada pelo Governo Federal, em apoio ao advento flex-fuel, o sistema conhecido como bicomcombustível (flex-fuel), que consiste em uma tecnologia para funcionamento de veículos automotores com a queima de dois combustíveis (gasolina e álcool). Com esta nova tecnologia, a



partir de 2003 os automóveis passaram a ter um sensor no sistema de injeção eletrônica para fazer o reconhecimento do teor de oxigênio na combustão, sendo capaz de detectar a mistura ou percentual de álcool e gasolina presente. O primeiro veículo comercializado no Brasil foi produzido pela Volkswagen no início de 2003.

Segundo demonstrado em seu anuário de 2005 (uma publicação que objetiva compilar informações e estatísticas que contemplam informações gerais e aspectos econômicos e sociais da indústria automobilística brasileira), a ANFAVEA estimou um mercado promissor de veículos bicombustíveis como resultado da nova tecnologia, e este aumento de veículos logicamente impulsionaria a demanda por álcool. Sendo assim, a participação dos veículos flex nas vendas nacionais passou a ser cada vez mais significativa com projeção para no ano de 2010 alcançar 80% da frota total de veículos no país e impactando diretamente o mercado de combustíveis nacional (ANFAVEA, 2005).

Ao mostrar a importância do etanol, OECD (2014) faz uma abordagem indicando que 80% da produção de biocombustíveis do planeta é de etanol e que no Brasil esse número chega a alcançar 90%. Deste modo o Brasil espera aumentar a utilização do etanol, principalmente, por meio da mistura com a gasolina (% de etanol na gasolina), porém as estimativas de crescimento não são as mais empolgantes, pois historicamente os investimentos nos biocombustíveis no Brasil estão muito ligados a iniciativa estatal.

### 3 Uma breve revisão da literatura

Como os preços do etanol e gasolina sofrem muitas alterações, bem como o crescimento de postos de revendas e frotas de veículos, é essencial a existência de trabalhos na literatura que pesquisem sobre esse tema. Assim, encontra-se na literatura alguns trabalhos com abordagem semelhantes a este.

Uchôa (2008) desenvolveu uma análise assimétrica para os preços da gasolina no Brasil, entre os períodos de junho de 2001 a maio de 2006, levando em consideração as alterações no preço do petróleo ao longo do tempo. Utilizou a análise de séries temporais e aplicou um modelo de regressão simples com as seguintes variáveis: a taxa de câmbio nominal  $R/U$ , o preço de revenda da gasolina e o preço do petróleo no mercado internacional. Foi utilizado também um modelo com Vetores Autorregressivos (VAR) sob cointegração com um modelo de correção de erros de assimetria que mais tarde após os testes executados mostrou-se mais adequado a utilização de um modelo Autorregressivo com Limiar (TAR). Por meio dos testes realizados o autor concluiu que os preços da gasolina quando acima do equilíbrio, tendem a permanecer em média um período quase dezoito vezes maior do que quando estar abaixo.

Melo e Sampaio (2014) buscaram analisar o mercado de gasolina e etanol no Brasil entre os anos de 2001 e 2010, bem como a relação de complemento entre os dois combustíveis. Os modelos utilizados pelo autor foram: VAR e SVAR. O estudo levou em consideração as variáveis: preço da gasolina, preço do etanol anidro e etanol hidratado e o nível de atividade econômica brasileira. Foram utilizados os testes o Dickey Fuller Aumentado (ADF), o KPSS e o Phillip Perron. Com base nos resultados foi observado que na dinâmica de curto prazo o efeito do preço da gasolina é maior sobre a demanda do etanol, porém, ao longo prazo os consumidores aumentam a demanda pelo etanol.

Os estudos citados acima abordam sobre a relação de assimetria de preços e complementação entre os dois combustíveis, demonstrando como a gasolina e o etanol



impactam o mercado de combustíveis.

## 4 Procedimentos metodológicos

### 4.1 Base de dados e área de estudo

No presente trabalho estão presentes 2 variáveis: a) preço médio de revenda do etanol, b) preço médio de revenda da gasolina, sendo que todos os dados se referem ao município de Santarém e foram coletados no site da ANP.

As variáveis estão organizadas mensalmente em ordem cronológica que se inicia em agosto de 2001 e termina em novembro de 2019. Os valores (preços) médios mensais estão expressos na moeda corrente do Brasil (real) e os preços foram deflacionados em relação a novembro de 2019. Para fazer a tratativa dos dados, foram utilizados os softwares Gretl para a parte econométrica e o Microsoft Excel como subsídio na organização dos dados consultados.

A extensão territorial escolhida para a aplicação deste trabalho é a do município de Santarém localizado no oeste do estado do Pará. Segundo o IBGE o município possui uma área de 17.898,389 km<sup>2</sup> de extensão e conta com uma população de aproximadamente 302.667 pessoas. Em 2018 a economia do município possuía um PIB a preços corrente de R\$ 4.573.179,56 e um PIB per capita de R\$ 15.531,42.

Silva e Siebert (2019) mostram que o município está em destaque na região Oeste, visto que é a terceira maior cidade e o principal centro socioeconômico. A base econômica do município é principalmente o comércio, seguido da agricultura, a pecuária, a pesca e o extrativismo. É válido ressaltar também que o município fica à margem direita do Rio Tapajós, na afluição com o Rio Amazonas e cidade funciona como ponto estratégico para o transporte rodoviário e fluvial.

Costa et al. (2018) mostra que a região também é conhecida pelo escoamento de grãos, onde o polo de Santarém/Belterra se destaca e é reconhecido como um dos principais polos do país.

### 4.2 Análise de série temporal

Para realizar a estimação das previsões do preço médio do Etanol e preço médio da Gasolina será aplicada a análise de modelos de séries temporais univariadas. Ressalta-se que antes de prosseguir para a descrição teórica dos modelos que serão utilizados, faz-se relevante compreender o que seria uma série temporal e qual o propósito em analisá-la.

Segundo Morettin (2011) uma série temporal é um conjunto de observações obtidas sequencialmente ao longo do tempo, podendo ser apresentada de diversas maneiras, como por exemplo, diária, mensal, semestral ou anual, contudo, toda a série deve ser representada com a mesma periodicidade. Ehlers (2007) aponta que o propósito de se analisar uma série temporal de uma determinada variável de interesse é identificar padrões não aleatórios na série e a observação deste comportamento pode permitir fazer previsões, orientando a tomada de decisões.

Vale destacar que tais padrões não aleatórios são denominados como: a) Tendência – consiste no sentido de deslocamento da série ao longo do tempo; b) Sazonalidade -





movimento ondulatório de curta duração, em geral, inferior a um ano e muitas vezes associado a mudanças climáticas; c) Ciclo - movimento ondulatório que ao longo de vários anos tende a ser periódico; d) Ruído aleatório - compreende a variabilidade intrínseca aos dados e não pode ser modelado. Além disso, uma das suposições mais usuais a respeito de uma série temporal é a estacionaridade da mesma, isto é, desenvolve-se no tempo, aleatoriamente em torno de uma média constante, implicando em alguma forma de equilíbrio estável (MORETTIN; TOLOI, 2006).

Desse modo, neste estudo o primeiro procedimento a ser realizado é testar a estacionaridade da série ou inversamente, a presença de raiz unitária nas variáveis analisadas, para isso serão utilizados os testes de raízes unitárias DF-GLS e KPSS.

Para realizar as previsões dos preços dos combustíveis, será utilizado o modelo Autorregressivo Integrado e de Médias Móveis – ARIMA (p, d, q). Esse modelo pode descrever uma classe de processos lineares não estacionários homogêneos, isto é, as séries não são estacionárias em nível de inclinação, contudo podem se tornar estacionárias quando se aplica um determinado número de diferenças entre os seus dados (MORETTIN, TOLOI, 2006).

Dessa forma, pode-se dizer que  $y_t$  é descrito por um modelo ARIMA (p,d,q) representado por:

$$\Delta^d y_t = \phi_1 \Delta^d y_{t-1} + \dots + \phi_p \Delta^d y_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (1)$$

Onde:  $\Delta^d y_t$  indica a diferenciação da série em d vezes.

É importante destacar que conforme apontam Morettin e Tolo (2006), a aplicação de modelos ARIMA, segue um ciclo iterativo da metodologia Box e Jenkins que são: identificação, estimação, verificação e a previsão. O passo da identificação consiste em verificar qual entre as várias versões do modelo ARIMA melhor explica o comportamento da série de dados. Ela é baseada nos comportamentos da função de autocorrelação (FAC) e função de autocorrelação parcial (FACP). Destaca-se que nessa etapa, uma mesma série pode ser identificada por diferentes modelos dependendo do critério de seleção aplicado.

Os critérios de seleção mais usuais são o AIC (Akaike Information Criterion) BIC (Bayesian Information Criterion) (SIC) Schwarz Information Criterion e (HQC) Hannan-Quin Information Criterion. O segundo passo, a estimação, consiste em estimar os parâmetros do modelo identificado e o terceiro, a verificação, refere-se a avaliar se o processo de estimação dos parâmetros foi bem-sucedido. Caso se conclua que a estimação não foi bem-sucedida, deve-se repetir o procedimento desde a etapa de identificação com o intuito de encontrar uma especificação de modelo adequada. Por fim, quando se obtém um modelo adequado, realiza-se a previsão (SIQUEIRA, 2002).

#### 4.2.1 Modelo econométrico

Neste estudo, serão propostos dois modelos ARIMA, um para a série de preços médios do Etanol e outro para a série de preços médios da Gasolina. O intuito da modelagem dessas séries, como elucidado anteriormente é prever os preços tanto do Etanol quanto da Gasolina, para os meses de setembro a novembro de 2019. Sendo assim, o modelo para a previsão dos preços médios do Etanol pode ser expresso como:

$$\Delta^d y_t = \phi_1 \Delta^d P_{\text{Etanol}}_{t-1} + \dots + \phi_p \Delta^d P_{\text{Etanol}}_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (2)$$

onde,  $P_{\text{Etanol}}$  é o preço médio do Etanol. E o modelo para a previsão dos preços médios da Gasolina pode ser representado por:

$$\Delta^d y_t = \phi_1 \Delta^d P_{\text{Gasolina}}_{t-1} + \dots + \phi_p \Delta^d P_{\text{Gasolina}}_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (3)$$

onde,  $P_{\text{Gasolina}}$  é o preço médio da Gasolina.

Portanto, a partir da utilização do modelo ARIMA, os resultados dos modelos serão gerados com o apoio do Software Gretl versão 3.0. Salieta-se que na modelagem de séries temporais alguns pressupostos devem ser satisfeitos, como o da normalidade (teste Lilliefors), autocorrelação (Ljung-Box do tipo Lagrange Multiplier – LM) e heterocedasticidade dos resíduos (Autoregressive conditional heteroskedasticity – ARCH). Logo, após a estimação dos parâmetros será verificado, por meio desses testes se tais pressupostos são atendidos.

## 5 Resultados e discussões

### 5.1 Análise descritiva da série temporal

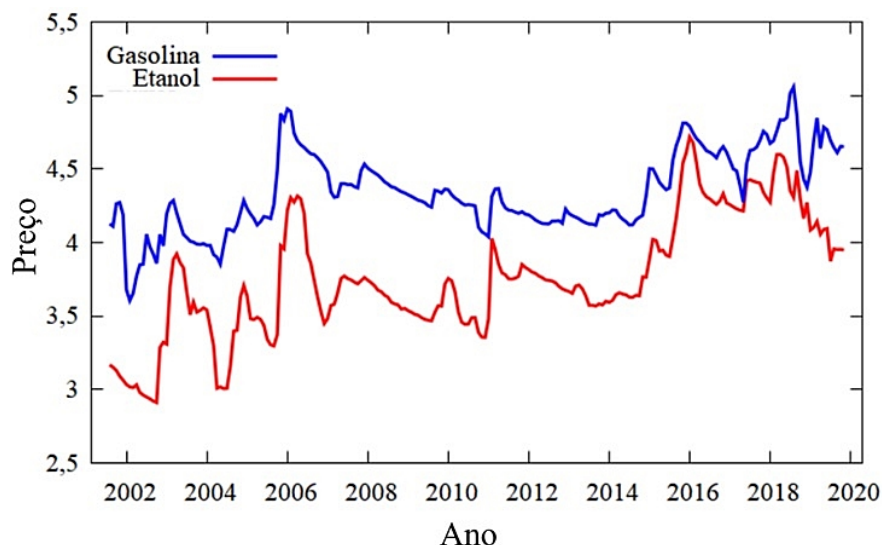
A Figura 1 apresenta a série temporal do preço médio deflacionado do Etanol e da Gasolina no período compreendido de agosto de 2001 a novembro de 2019. Pode-se verificar a existência de alguns ciclos na formação desses preços médios tanto para o Etanol quanto para a Gasolina, porém, o Etanol apresenta oscilações mais intensas.

O primeiro ciclo se inicia por volta do ano de 2003 e vai até meados de 2004, isso pode ter sido provocado por conta do lançamento dos novos veículos com a tecnologia (flex-fuel) conforme abordou Nappo (2007). O segundo ciclo que pode ser destacado ocorreu no período seguinte onde os preços crescem desde meados de 2004 e até o fim de 2005 descem novamente, mas de forma mais agressiva principalmente para o Etanol.

O terceiro ciclo é dado no início de 2006 e vai até fim de 2007, neste período, acontece o início da crise financeira nos EUA abordada por Moraes e Bacchi (2014). Ademais, abordam Pires e Schechtman (2009) que neste mesmo período, a Petrobrás faz a descoberta de petróleo na camada do Pré-sal modificando sua estrutura de investimentos e exploração.

Nos anos seguintes, entre 2007 até 2011 os preços médios não apresentaram oscilações expressivas em curto prazo. Barros e Pedro (2010) abordam sobre a redução do IPI e outras políticas que perduraram, adotadas pelo governo para tentar minimizar o impacto da crise mundial na economia do país.

Salieta-se que, em 2011, o preço do Etanol apresentou uma elevação superior quando se compara com a gasolina e essa diferença se manteve até final de 2014. Gabrielli e Barbassa (2010) tratam sobre diversos investimentos realizados pela Petrobrás entre 2010 e 2014 direcionados ao Pré-sal, que podem indicar essa elevação dos preços do etanol maior que a gasolina. Observou-se também que essa diferença no preço do Etanol e da Gasolina foi se dissipando exatamente até quando a empresa reduz os investimentos no final de 2014.



**Figura 1.** Série temporal deflacionada dos preços médios de Etanol e Gasolina, no período de agosto de 2001 a novembro de 2019.

**Fonte:** Elaboração dos autores.

No ano de 2015 inicia outro ciclo que dura até meados de 2017, o que pode ter ocorrido em decorrência da nova política de preços adotada pela Petrobrás após 2014 onde a cotação do dólar passa a influenciar a política de preços da empresa conforme demonstrado. Um novo ciclo pode ser verificado após 2017, haja vista que no início de 2018 ambos os preços crescem, indicando que a crise dos caminhoneiros pode ter estimulado as tendências distintas apresentadas por etanol e gasolina em 2019. Os preços médios de Etanol e da Gasolina no ano de 2019 tiveram comportamentos distintos, pois o preço médio do Etanol apresentou uma diminuição, enquanto o da Gasolina um aumento.

Pode se verificar também que com a série deflacionada, o preço do combustível no início de 2006 e de 2019 estão muito próximos de R\$5,00, mesmo apresentando um lapso temporal de 13 anos. Sugere-se que atualmente a influência da cotação do dólar nos preços da gasolina seja um dos principais motivos para explicar esse comportamento. Já a elevação da gasolina em 2006, pode estar relacionada com efeitos especulativos Pré-crise de 2007 e a descoberta do Pré-sal.

Para verificar qual o combustível mais rentável financeiramente para o consumidor na hora de abastecer seu veículo flex, utiliza-se como parâmetro a relação de 70% na razão entre o preço do Etanol pelo preço da Gasolina. Essa regra se deve ao fato de que, o rendimento do carro abastecido por etanol hidratado é 30% menor do que o do veículo abastecido pela Gasolina, de modo que o consumidor optará por abastecer o carro com Etanol se a relação entre o preço do Etanol e da Gasolina for menor que 70% e escolhe abastecer com Gasolina se a relação for maior que 70% (LOSEKANN; CASTRO, 2011).

Dessa forma, constatou-se que apenas nos meses de outubro a dezembro de 2001, julho a setembro de 2002 e julho de 2004, abastecer utilizando álcool/Etanol se mostrou mais vantajoso financeiramente, mas vale lembrar que os carros flex's surgiram apenas no ano de 2003. Esse resultado sugere que no município de Santarém não compensa financeiramente abastecer com Etanol, tendo em vista que a razão entre o preço do Etanol e da Gasolina ficou acima de 70%, praticamente em todo o período analisado.



## 5.2 Modelo de previsão de séries temporais

Nesta etapa será utilizada a base de dados com início em agosto de 2001 até agosto de 2019, reservando os valores reais dos meses de setembro a novembro de 2019 para comparar com os valores previstos.

Para elaborar um modelo ARIMA (p, d, q) que possa prever os preços médios de Etanol e de Gasolina, torna-se necessário verificar se a série de preços médios é estacionária, dessa forma se encontra a ordem de diferenciação d do modelo. Esta constatação pode ser vista na Tabela 1 ao se aplicar os testes de raiz unitária DF-GLS e KPSS na série em nível e na primeira diferença.

**Tabela 1:** Testes de raiz unitária em nível e na primeira diferença dos preços médios de Etanol e Gasolina.

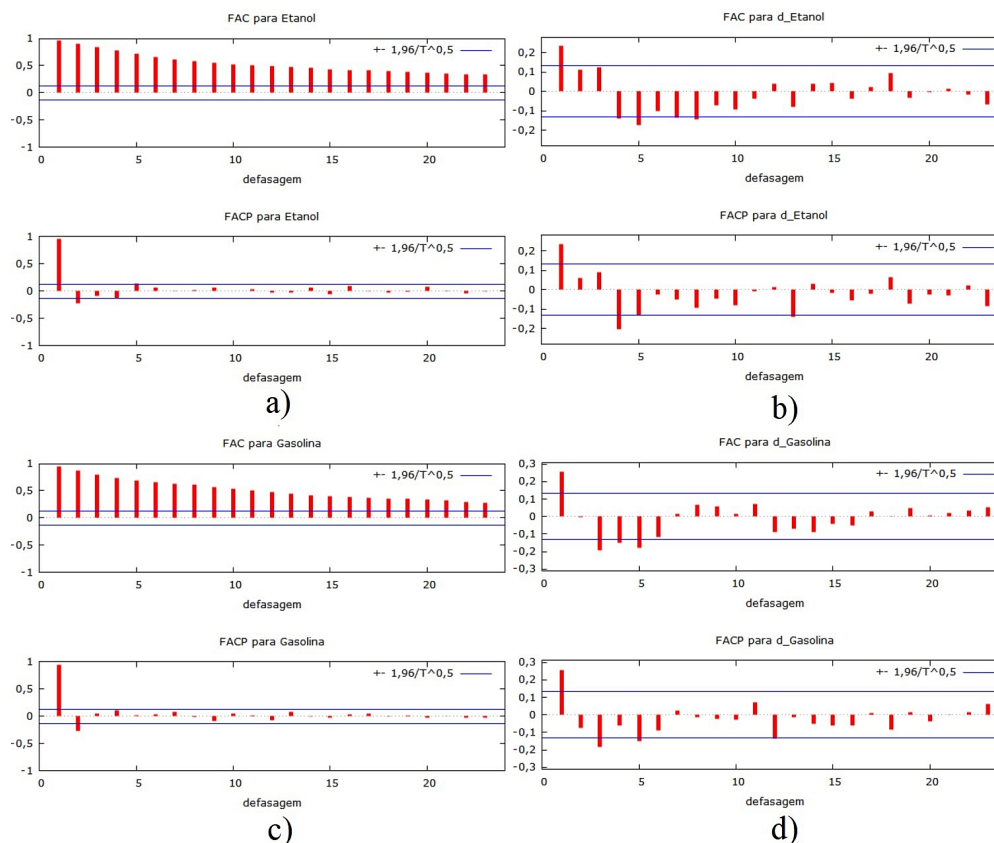
Combustível	Teste em nível	DF - GLS	KPSS
Gasolina	Com constante	-1,4879	1,64114***
	Com constante e tendência	-2,74376	0,332119***
Etanol	Com constante	-1,13896	2,54864***
	Com constante e tendência	-3,57093***	0,117518
<b>Teste em primeira diferença</b>			
Gasolina	Com constante	-11,0743***	0,0268789
	Com constante e tendência	-11,2747***	0,0254319
Etanol	Com constante	-6,49018***	0,0331418
	Com constante e tendência	-6,62019***	0,0256121

\*Significativo a 1%.

Fonte: Resultados da pesquisa.

Os testes na série em nível indicam à presença de raiz unitária em ambas as séries, devido a não rejeição da hipótese nula no teste DF-GLS e da não aceitação da não aceitação de H0 pelo KPSS. Porém, ao se aplicar a primeira diferença nas séries e repetir a aplicação dos testes, as séries dos preços médios se tornam estacionários possibilitando a aplicação do modelo ARIMA com  $d = 1$ .

Este fato é constatado ao se analisar a Figura 2 que apresenta a FAC e FACP para as séries de Etanol e de Gasolina, tanto em nível quanto na primeira diferença. Ao se analisar a FAC do preço do Etanol e da Gasolina em nível, verifica-se um decaimento lento no decorrer das defasagens, o que caracteriza o comportamento de uma série não estacionária. Quando se aplica a FAC e FACP nas séries em primeira diferença (série estacionária), o comportamento das funções possibilita sugerir a ordem p e q dos modelos. Como em ambas as séries as funções FAC e FACP tiveram autocorrelações significativas até a ordem cinco, foram gerados 10 modelos para o preço médio de Etanol e 15 modelos para o preço médio da Gasolina.



**Figura 2.** FAC e FACP dos preços médios de: a) Etanol em nível; b) Etanol na primeira diferença; c) Gasolina em nível e d) Gasolina na primeira diferença. **Fonte:** Elaboração dos autores.

As Tabela 2 e 3 descrevem os valores dos critérios de seleção para o melhor modelo para a série do preço médio do Etanol e da Gasolina, respectivamente. O modelo que possui os menores valores nos três critérios adotados (AIC, Schwarz e Hannan-Quinn) para o Etanol foi o ARIMA (1, 1, 4) e para a Gasolina o ARIMA (1, 1, 3) sem a constante.

**Tabela 2:** Seleção dos modelos para o Etanol por meio dos critérios AIC, Schwarz e Hannan-Quinn.

Modelos	AIC	Schwarz	Hannan-Quinn
ARIMA (1, 1, 0)	-373,94	-363,81	-369,85
ARIMA (0, 1, 1)	-372,75	-362,63	-368,66
ARIMA (1, 1, 1)	-372,79	-359,29	-367,34
<b>ARIMA (1, 1, 4)</b>	<b>-389,72</b>	<b>-366,10</b>	<b>-380,18</b>
ARIMA (2, 1, 4)	-387,98	-360,98	-377,07
ARIMA (1, 1, 5)	-387,93	-360,92	-377,02
ARIMA (4, 1, 0)	-379,99	-359,74	-371,81
ARIMA (4, 1, 1)	-385,06	-361,43	-375,52
ARIMA (4, 1, 4)	-384,69	-350,94	-371,05
ARIMA (4, 1, 5)	-384,39	-347,26	-369,39

**Fonte:** Elaboração dos autores.



**Tabela 3:** Seleção dos modelos para a Gasolina por meio dos critérios AIC, Schwarz e Hannan-Quinn.

Modelos	AIC	Schwarz	Hannan-Quinn
ARIMA (1, 1, 0)	-457,11	-446,98	-453,02
ARIMA (0, 1, 1)	-457,09	-446,96	-452,99
ARIMA (1, 1, 1)	-455,66	-442,15	-450,20
ARIMA (1, 1, 3)	-465,72	-445,47	-457,54
<b>ARIMA (1, 1, 3)*</b>	<b>-466,72</b>	<b>-449,84</b>	<b>-459,90</b>
ARIMA (1, 1, 5)	-463,68	-436,68	-452,77
ARIMA (3, 1, 1)	-465,03	-444,78	-456,85
ARIMA (3, 1, 3)	-462,51	-435,51	-451,60
ARIMA (3, 1, 5)	-460,60	-426,85	-446,97
ARIMA (4, 1, 1)	-463,74	-440,11	-454,19
ARIMA (4, 1, 3)	<b>-467,64</b>	-437,26	-455,37
ARIMA (4, 1, 5)	-459,89	-422,76	-444,89
ARIMA (5, 1, 1)	-463,56	-436,56	-452,65
ARIMA (5, 1, 3)	-465,18	-431,42	-451,54
ARIMA (5, 1, 5)	-463,64	-426,51	-448,64

\*Modelo sem constante.

Fonte: Elaboração dos autores.

A estimação do modelo ARIMA (1, 1, 4) para o preço médio do Etanol é apresentado na Tabela 4. Neste modelo, os coeficientes estimados  $\theta_1$  e  $\theta_2$  não foram significativos, os demais foram a 1% de significância. No teste LM os resultados indicam ausência de autocorrelação dos resíduos. Em relação a homocedasticidade dos resíduos, o teste ARCH sugere ausência de heterocedasticidade nos resíduos. O teste de normalidade não aceitou a hipótese nula para a normalidade dos resíduos, o que não irá comprometer os resultados por se tratar apenas de um modelo preditivo.

**Tabela 4:** Resultado do modelo ARIMA (1, 1, 4) para o Etanol.

	Coef.	Erro-padrão	Z	p-valor
Const.	0,005	0,001	4,609	< 0,001*
$\phi_1$	0,824	0,050	16,530	< 0,001*
$\theta_1$	-0,681	0,075	-9,097	< 0,001*
$\theta_2$	-0,080	0,080	-1,007	0,314
$\theta_3$	0,056	0,076	0,741	0,459
$\theta_4$	-0,295	0,070	-4,230	< 0,001*
Normalidade	72,8953*	-	-	-
LM	12,7262	-	-	-
ARCH	9,12844	-	-	-

\*Significativo a 1%.

Fonte: Elaboração dos autores.

De forma análoga, a Tabela 5 mostra os resultados do modelo ARIMA (1, 1, 3) sem constante para o preço médio da Gasolina. Todos os coeficientes se apresentam significativos pelo menos 5% de significância. Para os testes de diagnóstico dos resíduos, ocorreu o mesmo padrão do modelo anterior, na qual indica ausência de autocorrelação dos resíduos pelo teste LM e ausência de heterocedasticidade dos resíduos pelo teste ARCH, apresentando também ausência de normalidade nos resíduos.

**Tabela 5:** Resultado do modelo ARIMA (1, 1, 3) para a Gasolina.

	Coef.	Erro-padrão	Z	p-valor
$\phi_1$	0,659	0,137	4,814	< 0,001*
$\theta_1$	-0,427	0,146	-2,916	0,003*
$\theta_2$	-0,173	0,07	-2,466	0,014**
$\theta_3$	-0,204	0,073	-2,784	0,005*
Normalidade	189,003*	-	-	-
LM	11,377	-	-	-
ARCH	21,136	-	-	-

\*\*Significativo a 5%. \*Significativo a 1%.

Fonte: Elaboração dos autores.

A próxima etapa será estimar os valores futuros dos preços médios do Etanol e da Gasolina por meio dos modelos escolhidos. A Tabela 6 apresenta os resultados para estimação dos modelos comparando com os preços reais de setembro a novembro de 2019, fornecendo o intervalo de 90% de confiança como uma medida para analisar o mercado de combustível do município.

**Tabela 6:** Previsão dos preços médios do Etanol e Gasolina para os meses de setembro a novembro de 2019.

Tempo	Etanol			Gasolina		
	Preço real	Previsto	Intervalo de 90%	Preço real	Previsto	Intervalo de 90%
set/19	3,952	3,982	(3,797; 4,167)	4,612	4,639	(4,507; 4,771)
out/19	3,954	3,987	(3,706; 4,267)	4,654	4,651	(4,442; 4,860)
nov/19	3,950	4,064	(3,708; 4,419)	4,652	4,659	(4,396; 4,922)

Fonte: Elaboração dos autores.

Com base nos resultados, o modelo ARIMA (1, 1, 4) para o Etanol obteve boas estimativas, sendo que os valores reais para esse período foram por volta de R\$ 3,95, não possuindo grandes oscilações, enquanto o modelo estimou na casa de R\$ 3,98 nos meses de setembro e outubro e de R\$ 4,06 para novembro. As estimativas para a Gasolina foram mais precisas, possuindo apenas uma diferença na previsão do preço médio de setembro, na qual o valor real foi de R\$ 4,61 e o previsto de aproximadamente R\$ 4,64, enquanto nos meses de outubro e novembro o modelo se aproximou ao valor real em duas casas decimais, possuindo um excelente desempenho.

Os intervalos de confiança para ambas as séries demonstram limites de preços que podem ser encontrados em postos de combustíveis que aplicam diferentes preços, enquadrando os que ofertam o combustível com valores mais baixos até os que oferecem a um valor mais elevado, dependendo da pesquisa realizada pelo consumidor na região.

Portanto, a modelagem proposta de séries temporais univariadas utilizando modelos ARIMA para prever os preços médios de Etanol e de Gasolina apresentaram resultados satisfatórios, podendo ser utilizados para realizar previsões a curto prazo dos preços médios de combustível aplicados no município de Santarém.

## 6 Conclusão

No decorrer do trabalho, fez-se um levantamento histórico do petróleo e da gasolina desde a sua inserção na economia mundial, passando pelas crises de preços, e diversas estratégias adotadas ao longo do tempo para fortalecer esse combustível.



Com o objetivo principal de buscar compreender identificar as principais razões das oscilações nos preços da gasolina e do etanol no município de Santarém no período de agosto de 2001 a agosto de 2019, constatou-se que governo por meio de suas ações exerceu grande influência na dinâmica dos preços desses dois combustíveis no Brasil, mas em períodos mais recentes a cotação dólar tem um papel crucial para interferir nas políticas de preços no mercado.

Notou-se que, fenômenos esporádicos como: i) a crise financeira ocorrida nos EUA e que se espalhou pela economia mundial e ii) a crise dos caminhoneiros ocorrida em 2018 também exercem grande influência sobre a oferta e demanda de combustível dentro do país. No estudo realizado dentro do mercado santareno, ao ocorrer a crise do desabastecimento, o preço da Gasolina que deriva diretamente do petróleo passou a crescer bastante. Por outro lado, o Etanol apresentou uma redução de preços na cidade.

É válido ressaltar que por ser a principal economia do Oeste paraense, pelo tamanho da atual frota de veículos e a quantidade de postos já existentes, é importante que no município o etanol se tornasse mais comercializável, a fim de se tornar um real substituto para a gasolina. Dessa forma, ao analisar se o abastecimento com o Etanol compensa financeiramente no município, constatou-se que apenas em 7 meses ao longo da extensa série, o abastecimento compensou.

Quanto aos modelos de previsão, apresentaram resultados satisfatórios, de maneira que o modelo ARIMA se mostrou adequado para realizar as previsões a curto prazo dos preços médios de combustível aplicados no município de Santarém, sendo que os preços mantiveram o padrão de preços observados para os meses finais da série.

Salienta-se que a discussão para reduzir a dependência da gasolina se dá principalmente porque é notório nos últimos anos os fortes laços da crise institucional da Petrobrás com os crescentes de preços do combustível. A cotação do dólar também tem apresentado contribuições significativas para estes aumentos, de modo que se o município não consegue ter um substituto para a gasolina o consumidor santareno estará sempre sujeito aos altíssimos preços.

Portanto, diante dos resultados encontrados foi possível alcançar os objetivos propostos, constando-se que a temática abordada abre um grande leque para estudos futuros como, por exemplo, analisar as influências da questão logística na formação de preços dos combustíveis no município de Santarém, que vem predominando nos últimos anos como grande gargalo para economia local, encarecendo muitos produtos dentro do município; acompanhar a cotação do dólar em conjunto com as oscilações de preços dos combustíveis ao longo dos anos; fazer um estudo com abordagens microeconômicas sobre as estruturas de mercado ajudaria no melhor entendimento das dinâmicas por trás do mercado de preços; fazer um comparativo de preços dentro das regiões metropolitanas do estado; um estudo sobre o tempo repasse de aumento ou diminuição de preços dos combustíveis da refinaria até os postos de revenda; bem como é importante analisar se o mercado de combustíveis está intimamente conectado com o setor automobilístico, e as suas variações afetam diretamente oferta e demanda de combustíveis.

## Referências

ANFAVEA - Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores. Anuário da Indústria Automobilística Brasileira – 2005. Disponível em: <http://www.anfavea.com.br/anu>





arios.html. Acesso em: 10 jun. 2018.

ARAÚJO, J.L.; GHIRARDI, A. Substitution of petroleum products in Brazil: urgent issues. *Energy Policy*. 1987.

BARROS, D. C.; PEDRO, L. S. As Mudanças Estruturais do Setor Automotivo, os Impactos da Crise e as Perspectivas para o Brasil. *BNDES Setorial* 34, Rio de Janeiro, p. 173-202, 2010. Disponível em: <http://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/1483>. Acesso em: 21 jul. 2019.

COSTA, D. C.; MARTORANO, L. G.; MORAES, J. R. S. C.; LISBOA, L. S. S.; STOLF, R. Dinâmica temporal da pegada hídrica por cultivar de soja em polo de grãos no Oeste do Pará, Amazônia. *Revista Ambiente e Água*, v. 13, p. 1-10, 2018.

ELGADO, F.; FEBRARO, J.; CALS, M.; MELO, P. A Nova Metodologia de Cálculo dos Royalties de Petróleo no Brasil. Fundação Getúlio Vargas -FGV. 2017. Acesso em: 19 dez. 2018.

EHLERS, R. S. Análise de séries temporais. In: *Notas de aula de séries temporais*. São Paulo: USP, 2007. Acesso em 15 de outubro de 2019. Disponível em: <http://www.each.usp.br/rvicente/AnaliseDeSeriesTemporais.pdf>.

GABRIELLI, J. S.; BARBASSA, A. Plano de negócios: 2010-2014. Rio de Janeiro: Petrobrás, 2010.

LOSEKANN, L.; CASTRO, G. R. Automóveis flex fuel: entendendo a escolha de combustível. *Infopetro, Etanol*, 21 mar. 2011. Disponível em: <https://infopetro.wordpress.com/2011/03/21/automoveis-flexfuel-entendendo-a-escolha-de-combustivel/>. Acesso em: jun. 2018.

MARTIN, J.M. A economia mundial da energia. São Paulo. Ed. UNESP. 1992.

MELO, A. S.; SAMPAIO, Y. S. B. Impactos dos preços da gasolina e do etanol sobre a demanda de etanol no Brasil. *Revista de Economia Contemporânea*. 18(1): p. 56-83. 2014.

MORAES, M.; BACCHI, M. Etanol: do início às fases atuais de produção. *Revista de Política Agrícola*, Ano XXIII – N°4 – Out./Nov./Dez. 2014.

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

MORETTIN, P. A. *Econometria Financeira: Um curso em séries temporais financeiras*. São Paulo: Bucher, 2011.

NAPPO, M. A. Demanda por gasolina no Brasil: uma avaliação de suas elasticidades após a introdução dos carros bicomcombustível. 2007. 61 f. (Dissertação de Mestrado). Programa de Pós-graduação em Finanças e Economia Industrial. Fundação Getúlio Vargas, Escola de Economia de São Paulo, São Paulo, 2007.

OECD. Food and Agriculture Organization of the United Nations. *Agricultural Outlook*. OECD Publishing. 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/agroutlook-2014-en>.

PEREIRA; N. M.; TOMAZ, M. T.; SANTOS, V. E. S.; TAVAREZ, F. B. R. A crise petrolífera no Brasil: uma reflexão acerca da gestão de atributos aplicados no petróleo. *(Re)pensando Direito*, Santo Ângelo/RS. v. 08. n. 16. jul./dez. 2018, p. 60-75.

PIRES, A.; SCHECHTMAN, R. Análise de preços de combustíveis e de políticas internacionais para promoção de biocombustíveis. Centro Brasileiro de Infraestrutura (CBIE), setembro, 2009.

RIBEIRO, C. G. A Política de compras de entidades públicas como instrumento de capacitação tecnológica: O caso da Petrobras. 147f. (Dissertação de Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Política Científica e Tecnológica. Instituto de Geociências, Departa-



mento de Política Científica e Tecnológica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2005.

ROPPA, B. F. Evolução do consumo de gasolina no Brasil e suas elasticidades: 1973 a 2003. (Monografia de Graduação). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2005.

SILVA, R. A.; SIEBERT, T. H. R. Levantamento dos principais peixes comercializados na feira do pescado de Santarém – Pará, de setembro de 2017 a janeiro de 2018. Rev. Bras. Eng. Pesca, 12 (1). 2019.

UCHÔA, C. F. A. Testando a Assimetria nos Preços da Gasolina Brasileira. RBE Rio de Janeiro v. 62 n. 1 / p. 103–117 Jan-Mar 2008.