

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS  
ESCOLA SUPERIOR DE CIÊNCIAS SOCIAIS  
CURSO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS**

**YAN ZANY SILVA**

**UMA ANÁLISE DA TRANSMISSIBILIDADE ENTRE OS PREÇOS DA GASOLINA  
COMUM E DO PETRÓLEO TIPO BRENT DURANTE A CRISE DO COVID-19**

**Manaus, Amazonas**

**2022**

YAN ZANY SILVA

**UMA ANÁLISE DA TRANSMISSIBILIDADE ENTRE OS PREÇOS DA GASOLINA  
COMUM E DO PETRÓLEO TIPO BRENT DURANTE A CRISE DO COVID-19**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à apreciação da Banca Examinadora, da Escola Superior de Ciências Sociais – ESO, da Universidade do Estado do Amazonas, como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências Econômicas.

Orientador: Prof. Dr. Tarcísio da Costa Lobato

**Manaus, Amazonas**

**2022**

# UMA ANÁLISE DA TRANSMISSIBILIDADE ENTRE OS PREÇOS DA GASOLINA COMUM E DO PETRÓLEO TIPO BRENT DURANTE A CRISE DO COVID-19<sup>1</sup>

Yan Zany Silva<sup>2</sup>

Tarcisio da Costa Lobato<sup>3</sup>

## RESUMO

A gasolina, sendo um bem de consumo não durável, possui problemas em relação a sua precificação, pois está à mercê tanto de fatores internos quanto fatores externos. Durante a crise do Covid-19, houve queda no consumo desse bem, que influenciaram oscilações no preço, conforme as medidas de isolamento, hora se intensificaram, hora se afrouxaram. Todavia, não há clareza quanto a simetria de preços entre os ajustes da gasolina em relação ao petróleo. Desta forma, a proposta deste estudo é verificar se houveram ou não choques assimétricos entre o preço nominal da gasolina comum e do petróleo tipo brent, durante o período de 01/03/2020 a 26/12/2021. A base de dados são informações semanais, coletadas da Agência Nacional de Petróleo – ANP (preço gasolina) e no site investing.com (petróleo tipo brent). A análise econométrica para detectar a assimetria dos preços foi por meio dos modelos da família GARCH. Os resultados dos modelos TARARCH (0,1) e EGARCH (0,1) não detectaram efeitos de choques assimétricos neste período, já o modelo GARCH (0,1) sugere a existência de choques simétricos no período analisado, além disso apresentou persistência dos choques na volatilidade, demonstrando que os efeitos, tanto positivos, quanto negativos, sobre a volatilidade se dissiparão lentamente. Conclui-se que no período pandêmico não houveram indícios na assimetria de transmissão de preços entre Gasolina e Petróleo do tipo Brent.

**PALAVRAS-CHAVE:** Gasolina. Petróleo brent. Assimetria. GARCH.

## ABSTRACT

Gasoline, being a non-durable consumer good, has problems regarding its pricing, for it is at the mercy of both internal and external factors. During the Covid-19 crisis, there was a drop in consumption of this good, which influenced price fluctuations, as the isolation measures, times intensified, times relaxed. However, there is no clarity regarding the price symmetry between the adjustments of gasoline in relation to oil. Thus, the purpose of this study is to verify whether or not there were asymmetric shocks between the nominal price of the common gasoline and the type of Brent oil, during the period from 03/01/2020 to 12/26/2021. The database consists of weekly information, collected from the National Petroleum Agency – ANP (gasoline price) and from the site investing.com (brent-type oil). The econometric analysis to detect price asymmetry was done through the GARCH family models. The results of the TARARCH (0.1) and EGARCH (0.1) models did not detect effects of asymmetric shocks in this period, whereas the GARCH (0.1) model suggests the existence of

---

<sup>1</sup> Artigo de conclusão de curso solicitado como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas pela Escola Superior de Ciências Sociais – ESO da Universidade do Estado do Amazonas – UEA.

<sup>2</sup> Graduando do curso de Ciências Econômicas da Universidade do Estado do Amazonas – UEA. Endereço eletrônico: [yzs.ecn17@uea.edu.br](mailto:yzs.ecn17@uea.edu.br)

<sup>3</sup> Professor da Universidade do Estado do Amazonas. Doutor em Economia Aplicada pela Universidade de São Paulo - USP. Endereço eletrônico: [tlobato@uea.edu.br](mailto:tlobato@uea.edu.br)

symmetrical shocks in the analyzed period, in addition it presented persistence of the shocks on volatility, demonstrating that the effects, both positive and negative, on volatility will slowly dissipate. It is concluded that in the pandemic period there were no indications in the asymmetry of price transmission between Gasoline and Brent-type oil.

**KEY WORDS:** Gas, brent oil, asymmetry, GARCH.

## INTRODUÇÃO

No Brasil, os preços dos combustíveis têm sido amplamente discutidos. O descontentamento frente a atual precificação, principalmente da gasolina, tem suscitado, no decorrer dos anos, paralisações e protestos por todo o país. Os efeitos colaterais de uma estrutura monopolística de produção geram incertezas quanto aos preços.

Em 2016, a Petrobras tomou uma postura de alinhamento com o mercado internacional de petróleo, o que impacta em reajustes nos preços da gasolina, diesel, GLP, dentre outros combustíveis. Além dos fatores internos (como escândalos de corrupção envolvendo a Petrobrás, impostos, problemas logísticos etc.) que influenciam nos preços dos combustíveis, tais preços passaram a acompanhar também de forma mais iminente as oscilações que ocorrem no mercado internacional do petróleo, tais oscilações ocorrem devido a fatores geopolíticos, dinamismo do mercado etc (GAUTO et al. 2021).

Ainda segundo os autores, o petróleo é uma *commodity* que possui cotação internacional referenciada no petróleo Brent, negociado na Bolsa de Valores de Londres, cotado em dólares por barril. Os preços do petróleo brasileiro são atrelados ao Brent, possuindo valores abaixo dele. A gasolina possui como matéria prima o petróleo, e passa por diversos processos até chegar ao consumidor final.

Nota-se então fatores importantes que influenciam na dinâmica de precificação deste produto: os preços dos combustíveis dependem da cotação do petróleo e da taxa de câmbio. Se houver um aumento do preço do barril, ocorre um aumento da taxa de câmbio, os preços se elevam, ou declinam se essas variáveis flutuam em sentidos opostos (GAUTO et al. 2021).

Nessa perspectiva, as alterações que ocorrem com o preço do petróleo, geralmente não ocorrem da mesma forma com o preço da gasolina, tendo em vista que quando ocorre um aumento dos preços de distribuição, os postos de gasolina elevam rapidamente os preços ao consumidor final, a fim de não reduzir a margem de lucro. Porém, em uma situação oposta, quando há queda no preço das distribuidoras, o repasse é feito com morosidade, penalizando desta forma o consumidor final (UCHÔA, 2008).

Assim, essa dinâmica indica a presença de assimetria entre os preços dessas variáveis. A assimetria na transmissão de preços (ATP), de acordo com Silva Neto e Parré (2012), é um processo em que os preços dos agentes econômicos reagem de diferentes modos, a flutuações nos preços, entre as etapas de produção. Os autores ainda ressaltam que, no Brasil, há escassez de estudos sobre ATP, afirmando que há um pequeno número de estudos teóricos, porém dentre esses, poucos são aplicados aos produtos, e não utilizam modelos consolidados. Dentre estes estudos, alguns trabalhos sugerem que o mercado de combustível brasileiro possui assimetria (UCHÔA, 2008; CANEDO-PINHEIRO, 2012; SANTOS, 2019). Em contraponto, Silva et al. (2011) encontra evidências para os efeitos simétricos nesse mercado.

Nesse cenário, este trabalho tem como objetivo geral analisar se há presença, ou não, de assimetria entre o preço nominal da gasolina comum e o preço nominal do barril de petróleo tipo Brent (em reais), no mercado de combustíveis brasileiro, a partir de dados semanais, de 01/03/2020 a 26/12/2021, sendo este o período pandêmico. O diferencial metodológico será aplicar modelos da família Garch para analisar a presença desses efeitos assimétricos. Como objetivos específicos: a) Analisar a série temporal de preços nominais semanais da gasolina comum e petróleo Brent; b) compreender a estrutura do mercado de combustíveis; c) Discutir a presença ou não de um monopólio nesse mercado d) aplicar modelos GARCH e apurar a existência de efeito assimétrico

O presente estudo está dividido em cinco tópicos, sendo este o primeiro, onde foi feita uma introdução ao tema apresentado. O segundo trata-se do referencial teórico, com uma explanação desde a microeconomia até evidências empíricas em relação a presença de assimetria no mercado de combustíveis. O terceiro exibe a metodologia utilizada, indicando a classificação da pesquisa, fonte de dados, o período, os testes e os modelos. No quarto são expostos os resultados alcançados. E por fim o quinto, apresentando as considerações finais e indicações de trabalhos futuros.

## **REFERENCIAL TEÓRICO**

### **1 Uma breve explanação sobre a teoria microeconômica**

#### ***1.1 O que é a Microeconomia?***

A Microeconomia trata do comportamento das unidades econômicas individuais, onde qualquer indivíduo ou instituição tenha participação no desenvolvimento econômico, isto é,

explica como e o porquê os agentes tomam decisões econômicas. Portanto, busca saber como esses agentes interagem na alocação dos recursos escassos (PINDYCK, 2013).

Dentre os diversos temas tratados pela Microeconomia, pode-se destacar dois casos: o papel dos preços e como são determinados a partir da economia vigente no país; e verificar qual a importância central dos mercados. No segundo caso, a concepção de mercado muitas vezes fica vaga no entendimento da população, muito se é ouvido sobre, em diversos meios de comunicação, entretanto nem sempre esclarecido (PINDYCK, 2013).

Nesse contexto, a fim de elucidar esse entendimento, divide-se os agentes econômicos em dois grupos, os compradores e os vendedores. No primeiro fazem parte os consumidores, que adquirem bens e serviços, e empresas, que adquirem mão de obra, capital, matérias primas para produção de bens e serviços. Enquanto no segundo grupo, os vendedores, são empresas que oferecem bens e serviços; os trabalhadores que vendem sua mão de obra e os proprietários de recursos que comercializam para as empresas. Em vista disso, pessoas e empresas atuam tanto como compradores, quanto vendedores (PINDYCK, 2013).

De uma forma prática, o agente se classifica como comprador quando adquire algo e vendedor quando vende algo. Na interação entre compradores e vendedores originam-se os mercados. Logo, um mercado é a interação efetiva ou potencial entre compradores e vendedores, que determinam o preço de um produto ou conjunto dele. E para saber quais agentes estão incluídos no mercado, é necessário entender qual a sua extensão, seus limites geográficos e/ou qual variedade de produtos nele é oferecida (PINDYCK, 2013).

Algumas questões mais interessantes da economia estão relacionadas com a maneira em que os mercados funcionam, por tal motivo, os mercados estão no centro da atividade econômica. Há diversas questões, por exemplo: como um número abreviado de empresas concorrem entre si nos mercados, enquanto em outros existe um número mais pujante competindo; porque em alguns mercados os preços se alteram rapidamente, enquanto outros quase não ocorrem alterações (PINDYCK, 2013).

Mediante esta discussão sobre mercados é importante diferenciar dois tipos que podem existir, nos quais são: Mercados competitivos e os não competitivos.

### ***1.2 Mercados competitivos e não competitivos***

Os mercados são um dos ramos de estudo da teoria microeconômica, e se classificam em competitivos e não competitivos. Um mercado perfeitamente competitivo contém muitos compradores e vendedores, de forma que nenhum agente pode, de forma isolada, alterar o preço. Um exemplo é o mercado de produtos agrícolas, que em alguns casos, chega próximo

de tal característica, por possuir diversos fazendeiros produtores de algo específico, e esse produto é adquirido por vários compradores, dessa forma, nenhum dos agentes alteram o preço (VARIAN, 2015).

Outra situação que se destaca nesses mercados é sobre a oscilação de preços, pois na maioria dos produtos este oscila no decorrer do tempo, alguma dessas oscilações pode ser rápida, o que ocorre em mercados competitivos, como por exemplo, o mercado de ações, que é demasiadamente competitivo, pois há muitos compradores e vendedores para qualquer lote de ações, o preço oscila a cada instante, e chega a subir ou cair significativamente em um período curto (ou longo) de tempo (PINDYCK, 2013).

Por outro lado, há mercados que possuem muitos produtores, todavia não são competitivos, uma vez que empresas individuais podem, com uma ação conjunta, interferir no preço do produto. O exemplo mais explícito de mercado não competitivo é o mercado mundial de petróleo, que tem sido dominado pelo cartel<sup>4</sup> da OPEP, desde 1970 (PINDYCK, 2013).

Ao se detectar a presença de um mercado não competitivo, algumas características peculiares podem ocorrer, dentre elas, salienta-se quando uma única empresa pode ter o controle dos preços de bens e serviços, no qual denomina-se de Monopólio.

### ***1.3 Mercado monopolista e suas características***

De acordo com Miranda (2004), o monopólio é uma nomenclatura utilizada para descrever a situação em que uma empresa possui grande poder de influência em determinado mercado, podendo, de forma isolada, modificar os preços dos bens e serviços. Os monopólios surgem por conta de particularidades de mercado ou devido a regulamentação governamental (monopólio coercivo). O autor ressalta que:

O monopólio existe quando há um vendedor no mercado para um bem ou serviço que não tem nenhum substituto e quando há barreiras na entrada de empresas que tentem vender o mesmo bem ou um bem substituto. Estas barreiras protegem o vendedor da concorrência. Tal como no caso de concorrência perfeita os exemplos de monopólio na sua forma pura são raros, mas a teoria do monopólio elucida o comportamento de empresas que se aproximam de condições de monopólio puro. Ter o poder de monopólio significa simplesmente o vendedor ter algum controle sobre o preço do produto (MIRANDA, 2004, p. 2).

---

<sup>4</sup> Mercado no qual algumas ou todas as empresas fazem coalizões explicitamente e coordenam preços e níveis de produção para maximizar os lucros conjuntamente (PINDYCK, 2013, p.448).

A presença de barreiras de entrada é o principal fator de formação de monopólio puro. As barreiras que se destacam são: as economias de escala – quando empresas novas tendem a adentrar com níveis de produção inferiores aos níveis das empresas já consolidadas, em determinados mercados; as patentes – que protege o “inventor” da concorrência durante um longo período; e a propriedade exclusiva de matéria prima – proteção contra o surgimento de novas empresas por meio do controle de matérias primas (MIRANDA, 2004).

Em um mercado monopolizado, onde apenas uma empresa comercializa determinado bem, quando o monopolista altera seu preço, a perda de consumidores é irrisória. Caso a empresa possua algum percentual de poder de monopólio, terá mais opções do que uma empresa que em um mercado de concorrência perfeita, podendo praticar fixação de preços, diferenciar seus produtos dos concorrentes a fim de elevar seu poder de mercado, entre outras medidas (VARIAN, 2015).

Em questão de eficiência, o monopólio trabalha com um nível ineficiente de produção, por restringir a produção ao ponto em que as pessoas tenham disposição para pagar por uma produção adicional mais do que custa para produzi-la. No entanto, ele pode vender diferentes unidades de produto por preços diferentes. Tal ação é nomeada como discriminação de preços, que são distinguidas em três formas: discriminação de preços de primeiro grau, segundo grau e de terceiro grau (VARIAN, 2015).

## **2 O monopólio nacional do mercado de petróleo e derivados**

### ***2.1 Petrobras: do surgimento a abertura do capital***

Fundada em 3 de outubro de 1953, por meio de uma lei sancionada pelo então Presidente Getúlio Vargas, nascia a Petróleos Brasileiros S.A – Petrobras. A empresa ficou encarregada de explorar, de maneira monopolista, diretamente ou por subsidiárias, todas as etapas da indústria de petróleo, com exceção da distribuição. A fiscalização e orientação ficaram encarregadas ao Conselho Nacional do Petróleo (CNP), ou seja, era responsabilidade do CNP averiguar o abastecimento nacional do Petróleo (DALLA COSTA, 2009).

Uma característica marcante da empresa foi seu engajamento em pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias, com a criação do Centro de Aperfeiçoamento e Pesquisas de Petróleo – CENAP, que mudou em 1963 para CENPES – Centro de Pesquisas e Desenvolvimento. As pesquisas contribuíram na constituição de competências centrais, que foram de suma importância para ação internacional em países possuidores de mesmas particularidades geológicas que a do Brasil. Anos mais tarde, a Petrobras se tornou uma



holding (empresa que possui posse majoritária de outras empresas), sendo composta por Braspetro, Petroquisa, Petrofértil. Esses acontecimentos fizeram manter o monopólio na área da prospecção e refino de petróleo (DALLA COSTA, 2009).

Com a crise do Petróleo, ocorrida em 1973, iniciou-se a procura por combustíveis alternativos, incorporando-se no Programa Nacional do Álcool, lançado em 1975, seguido de uma grande procura por novas jazidas de petróleo. Na década de 1980 houve avanços significativos, tanto em exploração em alto mar, quanto no refino e na distribuição. A década de 1990 representou uma grande mudança na empresa, houve a extinção do monopólio e a privatização de subsidiárias, a empresa passou a ser de economia mista, mantendo 56% das ações sobre o controle do governo brasileiro (DALLA COSTA, 2009).

## ***2.2 A Petrobras ainda possui realmente um monopólio?***

A Petrobras afirma que não possui o monopólio do mercado de combustíveis, pois desde 2002, por meio da Lei 9.478, o mercado fora aberto para novos entrantes, importações e exportações foram liberadas, e os preços são estabelecidos pelos agentes de mercado, e não há tabelamento governamental. A empresa sofre concorrência de outros agentes, os preços acompanham a oscilação no mercado internacional, os componentes do preço no varejo acompanham a carga tributária, o etanol obrigatório, a revenda e a produção da Petrobras (PETROBRAS, 2022).

Todavia, a estrutura do mercado de petróleo e derivados, o poder de influência que há na “mão” do governo brasileiro é um fator de bloqueio a novos entrantes, pois gera imprevisibilidade no planejamento das empresas que avaliam entrar nesse mercado. O controle de preços, por meio da Petrobras, ficou claro no primeiro mandato de Dilma Rousseff (2011-2014), neste a inflação disparou, entretanto o preço da gasolina congelou, por mais que o valor de mercado do petróleo estivesse subindo no resto do globo (ELIAS,2018).

Elias (2018) afirma que por mais que a empresa não seja mais 100% estatal, por ser uma grande companhia, possuir vários bens e reservas, isso lhe garante a maior parte do mercado nacional, dificultando a entrada de novos concorrentes. Na extração e produção de petróleo, desde a abertura do mercado, surgiram novas companhias, como a Shell, Chevron, entre outras, porém no refino, não houve muitos entrantes. Das 17 refinarias existentes em 2018, 13 pertencem a Petrobras, as demais são das concorrentes privadas Manguinhos, Univen, Riograndense e Dax Oil.

Em suma, “querendo ou não”, a empresa exerce grande influência sobre o mercado nacional de petróleo e derivados, pois há, de certa forma, um “monopólio natural” tendo em

vista a maneira que o mercado foi se desenvolvendo no Brasil. Devido ao modelo de precificação da companhia, adotado em 2017, o valor final dos combustíveis (principalmente a gasolina e o diesel) acompanha as variações ocorridas no mercado externo.

No entanto, as alterações dos preços são mais perceptíveis pelo consumidor final, nas altas – quando a cotação do barril de petróleo aumenta, do que nas baixas, quando o preço do barril diminui, ou seja, essa estrutura monopolista pode gerar um desnivelamento, ou melhor, uma assimetria na transmissão dos preços.

### **3 Existência de Assimetria na Transmissão de Preços**

#### **3.1 Conceito**

Silva Neto (2012) afirma que a Assimetria na Transmissão de Preços (ATP) é um processo em que os preços dos agentes econômicos lidam de formas distintas com as alterações ocorridas nos preços da cadeia em que determinado produto pertence.

Nesse sentido, Uchoa (2008) demonstra que ao subir os preços das distribuidoras, as empresas elevam com certa velocidade seus preços de venda, indicando a concorrência que aceita, com um acordo implícito, não reduzir sua margem de lucro. Do contrário, quando os preços das distribuidoras caem, as empresas reduzem vagarosamente os preços de venda. Tal fato interpreta-se como um indício, aos concorrentes, que ela está reduzindo a margem a fim de quebrar o trato. Além disso, sugere também o autor:

Outra hipótese a ser levada em conta é a de que no mercado de varejo da gasolina, os custos de procura do consumidor poderiam conduzir ao poder provisório de mercado pelos postos de revenda e a uma resposta assimétrica às mudanças no preço por atacado como sugerem Borenstein et al (1997) e Peltzman (2000). Neste caso, cada posto de gasolina teria um pequeno monopólio local que é limitado pela capacidade de procura do consumidor. Isto ocorreria uma vez que, quando os preços por atacado sobem, os donos dos postos de combustível procuram manter suas margens de lucro e repassam rapidamente o aumento para os preços de revenda. Quando os preços por atacado caem, cada posto mantém temporariamente suas margens de lucro repassando a diminuição lentamente aos clientes. O que só ocorreria depois que os clientes efetuassem uma nova pesquisa para encontrar preços menores. Somente neste estágio os postos de revenda seriam forçados a praticar preços a um nível competitivo com o que as margens de lucro em cada posto estariam num nível normal (UCHÔA, 2008, p. 105).

A resposta do consumidor as alterações ocorridas nos preços da gasolina é outra hipótese adotada para uma suposta explicação dessa assimetria, funcionando da seguinte maneira: Devido a notícia de que ocorrerá aumento no preço, é provocado um crescimento do

consumo, com o objetivo de se proteger desse aumento, e no fim pode resultar em um aumento mais acelerado; ou um crescimento abrupto do consumo, a demanda perceber uma redução nos preços, logo os preços caem de forma vagarosa (UCHÔA, 2008).

Cada mercado possui suas particularidades, por mais que os axiomas sejam os mesmos, as aplicabilidades divergem entre os países. O Brasil possui particularidades desde a produção da matéria prima até o varejo, cercado de escândalos envolvendo as corporações. Desde envolvimento em desvio de recursos até cartéis formados por grupos locais em determinadas cidades. Todos esses fatos influenciam na disparidade dos preços. Salienta-se que há outros trabalhos que reforçam tais argumentos.

### ***3.2 Evidências Empíricas***

Radchenko et al. (2005) com o objetivo de analisar os efeitos da volatilidade dos preços do petróleo sobre o grau de assimetria na resposta dos preços da gasolina, nos Estados Unidos da América. Os dados da pesquisa foram coletados no Departamento de Energia Americano com informações diárias e semanais. As variáveis analisadas foram os preços regulares da gasolina e do Petróleo WTI (West Texas Intermediate), coletados no período de março de 1991 a fevereiro de 2003, na qual foi aplicado o modelo Vetor Autorregressivo (VAR) para analisar a assimetria. Os resultados em todos os modelos gerados pelo VAR indicaram que o grau de assimetria nos preços da gasolina diminui com o aumento da volatilidade do petróleo.

Com o objetivo de desenvolver uma análise dos preços da gasolina brasileira, Uchôa (2008) buscou evidenciar uma relação de equilíbrio não-linear do preço de revenda da gasolina com os preços do petróleo no mercado externo e o câmbio nominal (R\$/US\$). Os dados utilizados pelo autor foram obtidos na Agência Nacional de Petróleo (ANP), da Energy Information Administration (EIA) do governo dos EUA, e do Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas (IPEA), no período entre julho de 2001 a maio de 2006, com o total de 59 observações mensais, para isso utilizou os modelos Threshold Autoregressive (TAR) e de correção de erros. Com base nos resultados, o autor concluiu que os preços da gasolina recuperam 90%, em média, das discrepâncias negativas de um período para o outro, porém apenas 5% das diferenças positivas são ajustadas, ou ainda não são recuperadas.

Silva et al. (2011) examinou a assimetria de preços no mercado de gasolina brasileiro a partir da análise desagregada em cidades e a ligação dos ajustamentos dos preços no varejo sucedido da variação dos preços no atacado. Com um prisma regional, a partir de dados semanais advindos de 131 cidades do Brasil, coletados no período entre maio de 2004 a

fevereiro de 2011, o autor utilizou uma abordagem de cointegração com ajustamento threshold.

Os autores concluíram que a região Sudeste apresentou a maior proporção de municípios com transmissão simétrica, semelhante às regiões Centro Oeste e Norte, mesmo a amostra para as demais regiões sendo inferior à da região Sudeste. Entretanto, na região Nordeste ocorreu uma inversão na proporção de cidades que demonstraram assimetria comparadas às outras regiões. Desse modo, as modificações dos preços da gasolina no mercado varejista acontecem por conta de variações nos preços das distribuidoras e não devido às mudanças no mercado petrolífero.

Com o intuito de combater a escassez de informações e estudos em relação a assimetria dos preços dos combustíveis, Canêdo-Pinheiro (2012) investigou a assimetria na transmissão do preço do óleo diesel no atacado (refinarias e distribuidores) para os consumidores finais, no Brasil. O estudo utiliza os índices de preços IPA – Óleo Diesel, e IPC – Óleo Diesel, no período de início em janeiro de 1999 a março de 2010, disponibilizados pela Fundação Getúlio Vargas (FGV), em que utilizou o modelo de correção de erros e cointegração. Os resultados indicam existência de assimetria manifestada no curto e longo prazo, em que os repasses em situações de aumento ocorrem geralmente no mês da elevação dos preços, no entanto as reduções são transmitidas de maneira branda.

Rahman (2016) analisou a relação entre os preços do petróleo bruto e da gasolina. Para isso, considerou tais efeitos usando uma autorregressão de vetor estrutural bivariada que é modificada para acomodar erros GARCH-in-mean. A medida de volatilidade do preço do petróleo é a variância condicional do erro de previsão da variação do preço do petróleo, utilizando dados mensais dos Estados Unidos, do Energy Information Administration (EIA), sendo as variáveis o preço real do petróleo, e o preço real da gasolina.

Assim, o autor isolou os efeitos da volatilidade do preço do petróleo sobre o preço da gasolina e empregou métodos de simulação para calcular funções não lineares de resposta ao impulso (NIRFs), assim rastreia quaisquer efeitos assimétricos de choques independentes do preço do petróleo nas médias condicionais dos preços da gasolina. Foi testado se a relação entre os preços do petróleo bruto e da gasolina é simétrica usando testes de hipótese nula de respostas ao impulso simétricas. Com base em dados mensais dos EUA no período de janeiro de 1978 a novembro de 2014, os resultados do estudo de Rahman (2016) demonstram que os preços da gasolina respondem de forma assimétrica a choques positivos e negativos no preço do petróleo. O autor constatou também que a volatilidade do preço do petróleo tem um efeito

positivo no preço da gasolina e contribui para as assimetrias na transmissão dos choques do preço do petróleo.

Salvini et al. (2016) realizaram um estudo com o objetivo de averiguar a existência de assimetria na transmissão de preços dos combustíveis, do atacado para o varejo, no estado de São Paulo. A base de dados foi obtida por meio da Agência Nacional de Petróleo (ANP), composta de informações de médias mensais dos preços da gasolina comum e do etanol hidratado, nos níveis de distribuição e revenda, no período entre novembro de 2002 a abril de 2015.

Como resultado, os autores identificaram a presença de assimetria na transmissão dos preços tanto da gasolina, quanto do etanol, porém apenas no curto prazo. Além disso, atestou-se assimetria positiva no mercado de combustíveis, de maneira que no curto prazo um aumento dos preços no atacado gera um crescimento mais intenso dos preços ao consumidor, comparando com as quedas nos preços ao consumidor derivados de choques negativos nos preços de distribuição. A conclusão da pesquisa foi de que essa assimetria pode ter origem em uma combinação entre reações dos consumidores às oscilações futuras dos preços, e a forma que os postos de combustíveis fazem a gestão dos seus estoques.

Santos (2019) analisa a dinâmica e a transmissão da volatilidade dos preços à vista e futuros do etanol, por meio dos modelos ARCH, GARCH, EGARCH e TARARCH. Os dados utilizados na pesquisa foram cotações diárias do etanol hidratado spot, sendo disponibilizado pelo CEPEA/ESALQ, e pelo CBOT (Chicago Board of Trade) as cotações do etanol futuro. A coleta foi realizada entre 3 de outubro de 2011 a 27 de novembro de 2015. Destacaram-se na pesquisa os modelos EGARCH (2,2) para o spot e EGARCH (1,2) para o futuro, pois tiveram o melhor ajustamento da série, demonstrando um efeito de assimetria principalmente na série de retornos futuros do etanol, evidenciando que os impactos advindos dos choques positivos e negativos foram diferenciados na volatilidade.

Por mais que tenha sido visto a presença da assimetria em diferentes mercados e condições (região, período no tempo, métodos divergentes de análise etc.), com a finalidade de averiguar se há assimetria entre o preço nominal semanal da gasolina e as alterações que ocorrem com o preço nominal semanal do petróleo, faz-se necessário o uso de modelos GARCH para validar se há ou não assimetria entre as variáveis elencadas por este estudo, em virtude da escassa utilização da classe desses modelos pela literatura para este propósito.

## **METODOLOGIA**

### **1 Classificação**

A pesquisa se classifica, quanto à abordagem do problema, como quantitativa. De acordo com Dalfovo et al. (2008), esse método é caracterizado pelo emprego da quantificação nas coletas de informações e tratamento dos dados obtidos por meio de técnicas estatísticas, objetivando resultados para evitar possíveis distorções de análise e interpretação, garantindo uma maior margem de segurança. Ademais, de acordo com os autores, o método quantitativo apresenta melhor compreensão, é mais objetivo, e dinamiza o processo de relação entre as variáveis.

Em relação à estratégia de investigação, esta pesquisa se caracteriza como um estudo de caso. Yin (2015) considera que o uso dessa estratégia surge do desejo de compreensão dos fenômenos sociais complexos, a fim de serem respondidas indagações do tipo “como” e “por que” que possuem relação com fenômenos contemporâneos, onde os limites entre o contexto e o fenômeno são claros e a pouca influência exercida pelo pesquisador sobre os acontecimentos.

### **2 Base de dados**

Os dados utilizados nesta pesquisa foram os preços nominais médios semanais da gasolina comum, no território brasileiro, e o preço nominal do barril de petróleo tipo Brent, abrangendo o período de 01/03/2020 a 26/12/2021, tratando-se de uma série de 96 semanas. Os dados não foram deflacionados, pois conforme Adami (2019), o uso de valores nominais pode se estender a um período de até 24 meses, e como o período estudado não superou esse limite, optou-se por utilizar os valores nominais. Os preços nominais da gasolina comum foram obtidos no site da Agência Nacional do Petróleo (ANP), e os preços nominais do petróleo Brent no site [investing.com](http://investing.com), cotado em dólar, porém transformado para real a partir da cotação média do dólar nas respectivas semanas coletadas, sendo essas cotações também extraídas do site [investing.com](http://investing.com).

No entanto, no período equivalente a 8 semanas (18/08/20 a 17/10/20) não houve pesquisa de preços da gasolina comum, e por conta dessa falta de informação foi aplicado a média móvel de 11 semanas para imputar os dados que não foram coletados pela agência, devido às análises em séries temporais não lidarem com informações ausentes no tempo. Destaca-se que esse período sem informações foi atípico, tendo em vista as restrições

sanitárias por conta da Pandemia da COVID-19, onde houve diversas restrições de circulação de pessoas em todo o país.

Posto isto, serão realizados testes de raiz unitária, com o intuito de comprovar a estacionariedade da série, e serão utilizados os modelos econométricos GARCH, TARARCH e EGARCH com o objetivo de verificar se há existência de efeitos assimétricos entre o preço nominal da gasolina comum e o petróleo Brent.

### 3 Testes de Raiz Unitária

Com o objetivo de comprovar se a série temporal é estacionária, foram utilizados os testes estatísticos Dickey-Fuller aumentado, mínimos quadrados generalizados por Dickey-Fuller aumentado (ADF-GLS) e o teste de Kiwiatkowski-Phillips-Scmidt-Shin (KPSS).

#### 3.1 Teste Dickey-Fuller Aumentado (ADF)

O Teste Dickey-Fuller Aumentado (ADF), conforme Margarido (1999), possui a seguinte regressão:

$$y_t = \alpha + \beta_t + \rho_1 y_{t-1} + \sum_{j=1}^{\rho-1} \rho_{j+1} \nabla y_{t-j} + e_t \quad (1)$$

Onde:  $\rho_i = \sum_{j=1}^{\rho} \phi_j$ ,  $i = 1, \dots, p$ ;  $\nabla$ : operador de diferença, representado como

$V_t = Y_t - Y_{t-1}$ . A regra de decisão é:  $H_0: \beta=0$  apresenta raiz unitária, série não estacionária;  $H_1: \beta \neq 0$  apresenta raiz não unitária, série estacionária.

O que torna esse teste vantajoso é que ele pode ser aplicado não só em modelos com erros de médias móveis, mas também, em modelos típicos, nos quais as ordens dos polinômios autorregressivos e de médias móveis não são conhecidas. A metodologia aplicada neste teste compreende uma proximidade do verdadeiro processo por meio de uma autorregressão onde o número de defasagens cresce com o tamanho da amostra (MARGARIDO, 1999).

Além disso, o autor afirma que o crescimento simultâneo no tamanho da amostra e a quantidade de defasagens afetam diretamente a estrutura de correlação dos resíduos, modificando o contorno da distribuição, fazendo com que sua precisão seja maior.

### 3.2 Teste ADF-GLS

Elliot et al. (1996) desenvolveram uma equação que transforma o modelo Dickey-Fuller Aumentado antes de estimar, por apresentar perdas ao se incluir termos determinísticos e por não possuir ruído branco. Para evidenciar que o teste possui presença maior de termos determinísticos, o método desenvolvido estima os termos determinísticos antes de aplicar o teste Dickey-Fuller sobre o resíduo da variável dependente. Assim, um modelo é estimado com tendência e intercepto, e o outro somente com intercepto, conforme a seguir:

$$y_t = \beta_0 + u_t \quad (2)$$

$$y_t = (\beta_0 + \beta_t) + u_t \quad (3)$$

A equação na forma operacional é expressa:

$$\Delta y_t^d = \gamma \Delta y_{t-1}^d + \sum_{i=1}^e \gamma_i \Delta y_{t-1}^d + e_t \quad (4)$$

O modelo com intercepto é  $y_t^d = y_t - \beta_0$ ; e  $y_t^d = y_t - (\beta_0 + \beta_t)$  representa o modelo com intercepto e tendência. O fator decisório é se  $H_0: \gamma=0$  manifesta raiz unitária, série não estacionária; caso  $H_1: \gamma < 0$  não manifesta raiz unitária, ou seja, trata-se de uma série estacionária (ELLIOTT et al. 1996).

### 3.3 Teste KPSS

Com uma proposta diferente do teste ADF, porém com o mesmo propósito, o Teste KPSS utiliza a hipótese nula ( $H_0$ ) para indicar a estacionariedade da série, e a alternativa à não estacionariedade. Esse teste é possível ser expresso da seguinte maneira:

$$y_t = r_t + \beta_1 + \varepsilon_t \quad (5)$$

$$r_t = r_{t-1} + u_t \quad (6)$$

no qual:  $u_t \sim i.i.d.(0, \sigma^2 u)$  e  $\varepsilon_t$  é um processo estacionário.

O resultado do teste é interpretado da seguinte forma, caso  $H_0: \gamma < 0$  não manifesta a raiz unitária, ou seja, trata-se de uma série estacionária, já se  $H_0: \gamma = 0$  manifesta raiz unitária, série não estacionária. O teste promove dois cenários, a estacionariedade está presente em torno da constante, ou está em torno da tendência (BARRAL, 2019).



#### 4 Modelo Econométrico

Com o intuito de verificar a existência de assimetria na transmissão entre os preços nominais do petróleo Brent e da gasolina comum, serão utilizadas três variações do modelo de heterocedasticidade condicional autorregressiva (ARCH), sendo eles:

- I. Modelo de heterocedasticidade condicional autorregressivo generalizado (GARCH)
- II. Modelo de heterocedasticidade condicional autorregressivo generalizado com limiar (TARCH)
- III. Modelo de heterocedasticidade condicional autorregressivo generalizado exponencial (EGARCH)

Esses modelos surgem pelo fato de que os modelos econométricos contemplavam somente o primeiro momento condicional, dessa maneira, era impossível identificar a presença de aglomerações de volatilidade na série, estas, presentes nas dependências temporais de ordenações superiores (BUENO, 2011). As modelagens econométricas foram feitas a partir do software Gretl.

##### 4.1 Modelo ARCH

Para Santos (2019) os modelos ARCH e GARCH são os métodos mais utilizados por quem busca modelar a volatilidade no meio financeiro, pois ele tem como base a estimação da variância condicional da série, em vez de considerar esta variância constante ao decorrer do tempo.

Morettin (2006) esclarece que o retorno de um ativo não é correlacionado em série, mas a volatilidade está em função dos retornos passados por meio de uma função quadrática, dessa forma o modelo ARCH pode ser expresso:

$$\sigma_t^2 = \omega + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 \quad (7)$$

onde:  $\sigma_t^2$  é a volatilidade no tempo  $t$ ,  $\omega$  é a constante;  $\alpha$  é o coeficiente de resposta da volatilidade; e o  $\varepsilon_{t-i}^2$  o termo do erro heterocedástico defasado em  $i$  período.

Enfatiza-se a necessidade de estabelecer restrições a fim de garantir a estacionariedade e uma volatilidade positiva. O termo  $\sum_{i=1}^q \alpha_i < 1$  é condição necessária para

que a série seja estacionária e  $\omega > 0$  e  $\alpha \geq 0$ ,  $i=1, 2, \dots$ , uma condição suficiente com o objetivo de a variância condicional mantenha-se positiva (BUENO, 2011).

#### 4.2 Modelo GARCH

Esse modelo é uma generalização do modelo ARCH, porém contém uma quantidade inferior de parâmetros, sendo expresso da seguinte maneira:

$$\sigma_t^2 = \omega + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^q \beta_j \sigma_{t-i}^2 \quad (8)$$

em que:  $\sigma_t^2$  é a volatilidade no tempo  $t$ ;  $\omega$  é a constante;  $\alpha_i$  é o coeficiente de resposta;  $\varepsilon_{t-i}^2$  é o termo do erro heteroscedástico defasado de um período;  $\beta_j$  é o coeficiente de persistência da volatilidade; e  $\sigma_{t-i}^2$  é a volatilidade defasada de um período.

Destaca-se que se todos os  $\beta_j$  equivalerem a zero, o modelo GARCH (p,q) é equivalente ao modelo ARCH (q). Também há necessidade de restringir os coeficientes dos modelos GARCH, assim a variância será maior que zero e levemente estacionária, sendo:

$$\omega \text{ e } \alpha_1 \geq 0; \quad 0 \leq \beta_1 < 1; \quad \beta_{1+\alpha_1} > 1 \quad (9)$$

Barral (2019) relata que:

A soma dos coeficientes  $\alpha_i$  e  $\beta_j$  mensuram a duração dos choques sobre a volatilidade. Se o somatório for um baixo valor, isso significa que um choque inicial sobre a volatilidade causará efeitos rápidos sob o comportamento das variáveis em estudo, no entanto, caso o valor seja alto, próximo de um, o choque sobre a volatilidade levará um maior tempo para se dissipar (BARRAL, 2019, p.28)

Foram desenvolvidas outras extensões dos modelos GARCH com o propósito de permitir uma utilização mínima de parâmetros, e com inserção de restrições que garantam uma definição maior que zero para qualquer valor desses parâmetros (SANTOS, 2019). Não só isso, mas também Barral (2019) expõe alguns outros motivos:

Apesar do modelo ARCH e GARCH assimilarem corretamente as diversas características observadas nas séries de finanças, Morettin (2011) elucida que há desvantagens na utilização desses modelos, pois tratam os retornos positivos e negativos de forma similar, de modo que se entende que a volatilidade reage de maneira simétrica a esses retornos, uma vez que os quadrados dos retornos entram na fórmula da volatilidade. Contudo, não é o que se observa na prática, pois choques no retorno de ativos em geral são assimétricos, uma vez que os negativos são seguidos por maiores aumentos na volatilidade do que os positivos (BARRAL, 2019, p.29).

Por conta disso fora realizada aplicação de outro modelo, o TARCH que possui a capacidade de verificar a assimetria dos choques de preços, evidenciando uma resposta mais veloz a impactos negativos do que a positivos.

#### 4.3 Modelo TARCH

Zakoian (1994) buscando identificar as diferenças dos efeitos que os choques, tanto positivos, quanto negativos, afetam a volatilidade no mercado financeiro, o modelo TARCH é expresso desta forma:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 + \gamma_1 d_{t-1} \varepsilon_{t-1}^2 \quad (10)$$

Onde:  $\sigma_t^2$  representa a volatilidade condicional,  $\alpha_0$  o termo constante,  $\alpha_1$  o coeficiente de reação da volatilidade,  $\varepsilon_{t-1}^2$  o termo de erro ao quadrado no período t-1, o  $\beta_1$  a constante de persistência da volatilidade,  $\sigma_{t-1}^2$  a variância da volatilidade no período t-1, e  $\gamma$  o efeito assimetria e  $d_{t-1}$  a variável binária que percebe o efeito alavancagem. Caso  $\gamma > 0$ , identifica-se a presença do efeito alavancagem, onde choques negativos originam um impacto maior na volatilidade da série frente aos choques positivos (SANTOS, 2019).

#### 4.4 Modelo EGARCH

Buscando examinar a assimetria da volatilidade, o modelo EGARCH, se diferencia, pois, possui uma tendência exponencial, ao invés de um quadrática. Com o modelo é também possível entender os impactos assimétricos do mercado (SANTOS, 2019). O modelo é expresso por:

$$\ln \alpha^2 = \omega + \sum_{j=1}^p \beta_j \ln \sigma_{t-j}^2 + \sum_{i=1}^q \alpha_i [ |u_{t-i}| - E(|u_{t-i}|) ] + \sum_{k=1}^r \gamma_k u_{t-k} \quad (11)$$

Conforme Barral (2019) o coeficiente  $\gamma$  equivale a assimetria do modelo. A interpretação dos resultados se faz da seguinte forma segundo o autor:

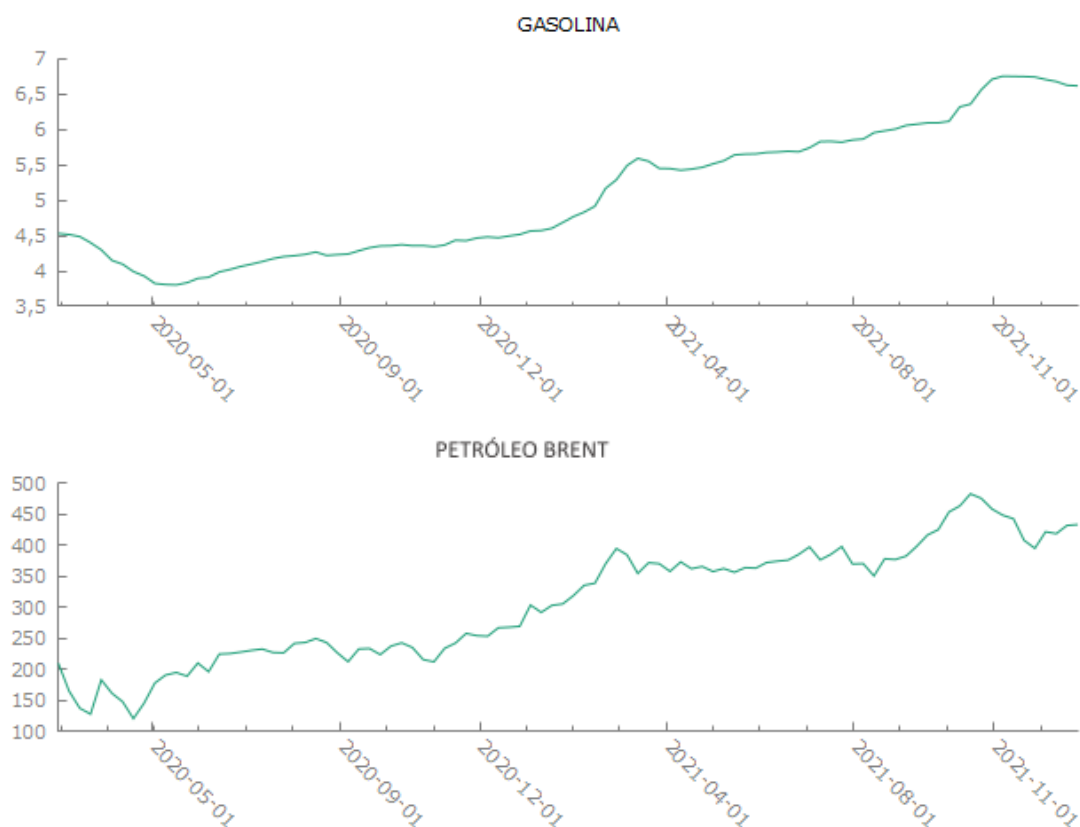
Se  $\gamma_k = 0$ , para todo k, não há efeito assimétrico, isto é, choques positivos e negativos têm os mesmos impactos sobre a volatilidade. Contudo, caso  $\gamma_k \neq 0$ , os impactos apresentam assimetria. Além disso, se  $\gamma_k < 0$ , há presença de efeito alavancagem, ou seja, retornos negativos tem maior impacto sobre a volatilidade do que positivos (BARRAL, 2019, p.30).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este item abordará as aplicações da metodologia sugerida com a finalidade de analisar a ocorrência ou não de impactos assimétricos no mercado de gasolina, levando em consideração as variáveis propostas: os preços nominais semanais da gasolina comum e o valor nominal do barril de petróleo tipo Brent, cotado em dólares, convertido para reais, no período de 01/03/2020 a 26/12/2021. Inicialmente será realizado a estatística descritiva das séries, em seguida será aplicado o modelo econométrico.

A Figura 1 expõe o comportamento das séries de preços nominais da gasolina comum e do petróleo tipo Brent para o período em análise.

**Figura 1** – Séries de preços nominais semanais da gasolina comum, e do barril de petróleo tipo Brent (em reais) no período de 01/03/2020 a 26/12/2021.



Fonte: Elaboração própria com dados básicos extraídos da ANP e *investing.com*.

De acordo com a Figura 1, as séries sugerem uma tendência de crescimento no período em análise. Além disso, averigua-se que o preço da gasolina alcançou seu maior patamar em novembro de 2021, mais especificamente na 89ª semana do período estudado, o litro sendo vendido a R\$6,754. Já o barril de petróleo, alcançou sua máxima em outubro de 2021, sendo

vendido a R\$483,12, na 86ª semana, o que sugere uma transmissão de preços com defasagem de 3 semanas entre o preço máximo do petróleo e da gasolina. Ademais, ao averiguarmos os gráficos, observa-se uma possibilidade de estacionariedade nas séries.

A Tabela 1 apresenta os resultados da análise descritiva da série dos preços de gasolina e do petróleo, em que se obteve medidas de tendência central (média e mediana) e medidas de variabilidade (desvio-padrão e coeficiente de variação).

**Tabela 1** – Estatísticas descritivas dos preços nominais semanais da gasolina comum e do petróleo tipo Brent (em reais), no período de 01/03/2020 a 26/12/2021.

<b>Estatísticas</b>	<b>Preço nominal da gasolina comum(R\$)</b>	<b>Preço nominal petróleo Brent (R\$)</b>
Média	5,072	306,270
Mediana	4,728	311,980
Mínimo	3,803	119,880
Máximo	6,754	483,120
Desvio-padrão	0,914	94,546
Coeficiente de variação (C.V)	0,180	0,309

Fonte: Elaborado pelo autor.

Como demonstrado na Tabela 1, a partir do coeficiente de variação (C.V), constata-se que a variabilidade presente na amostra do preço nominal do petróleo Brent, é maior do que a encontrada no preço nominal da gasolina. Tal fato pode ser explicado em razão de o barril de petróleo ser negociado no mercado futuro de forma livre, ou seja, os preços oscilam conforme a oferta e a demanda; e o preço da gasolina sofre distorções no mercado (cartéis, monopólio por parte da matéria prima, etc.), o que implica demora na transmissão das oscilações tanto positivas, quanto negativas etc. Porém, o C.V não informa sobre a presença, ou não, de assimetria de preços entre as variáveis selecionadas, mas sim apenas sobre a variabilidade dos dados da amostra em relação a sua média.

Tendo em vista que as séries de preços, tanto da gasolina, quanto do petróleo, sugerem ser estacionárias, verificar-se-á a presença de estacionariedade das séries realizando testes de raiz unitária, o Dickey-Fuller Aumentado (ADF), mínimos quadrados generalizados por Dickey-Fuller aumentado (ADF-GLS) e o teste de Kiwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS) apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2** – Resultados dos Testes de Raiz Unitária

	<b>Variável</b>	<b>ADF-GLS</b>	<b>KPSS</b>	<b>ADF</b>
Nível	Preço gasolina	-1,28	0,35	-4,38***
	Preço petróleo	-2,57	0,103	-3,52**

\*\*\*1% de significância, \*\*5% de significância

Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir dos resultados para do ADF-GLS, a estatística do teste não foi significativa a 1%, logo existem evidências para não rejeitar a hipótese nula e se constata que ambas as séries não são estacionárias. Porém, o teste ADF e KPSS indicam que as séries são estacionárias, devido a significância a 1% no teste ADF para o preço da gasolina, 5% para o preço do petróleo e a não significância no teste KPSS para ambas. Portanto, pelo indicativo de dois testes contra um, conclui-se que as séries não possuem raiz unitária.

Com intuito de verificar a presença de volatilidade condicional, a Tabela 3 apresenta o teste de efeito ARCH-LM (multiplicador de Lagrange). Caso exista significância estatística, os modelos de volatilidade GARCH podem ser aplicados.

**Tabela 3 – Resultados do teste ARCH – LM**

<b>Teste de Efeito ARCH</b>	
ARCH-LM	44,2893***
<i>p-valor</i>	< 0,01***

\*\*\*1% de significância

Fonte: Elaborado pelo autor.

Diante do resultado, a série apresentou resultado significativo a 1%, ou seja, rejeita-se a hipótese nula e se confirma a presença do efeito ARCH, dessa forma podemos estimar os modelos sugeridos GARCH, TARARCH e EGARCH.

A Tabela 4 mostra os resultados para os modelos estimado GARCH e TARARCH. A estimativa desses modelos apresentou uma dificuldade, pois foi possível estimar apenas os modelos GARCH e TARARCH com ordem (0,1), devido ao EGARCH e demais ordens (GARCH(1,1), TARARCH(1,1)) não apresentarem a matriz das covariâncias serem positiva definida.

**Tabela 4 – Resultado das estimativas dos modelos**

<b>Modelos</b>	<b><math>\omega_0</math></b>	<b><math>\alpha_1</math></b>	<b><math>\beta</math></b>	<b><math>\gamma</math></b>
GARCH (0,1)	0,01**	0,98***	0,01***	-
TARARCH (0,1)	0,09	0,98***	< -0,003	-0,1

\*\*\*1% de significância, \*\*5% de significância

Fonte: Elaborado pelo autor.

De acordo com os resultados, os parâmetros estimados do modelo GARCH (0,1) apresentaram-se significativos, sendo o  $\omega_0$  significativo a 5%, e  $\alpha_1$  e  $\beta$ , significativo a 1%. Além disso, a persistência dos choques na volatilidade, medida a partir da soma dos

parâmetros  $\alpha_1$  e  $\beta$ , demonstra que os efeitos, tanto positivos, quanto negativos, sobre a volatilidade se dissiparão lentamente, tendo em vista que o somatório dos parâmetros foi de aproximadamente 0,99, expressando uma persistência elevada dos choques sobre a volatilidade dos preços das variáveis.

O modelo TARARCH foi ajustado devido ao modelo GARCH presumir os retornos de maneira simétrica, a fim de verificar se as séries de preços nominais da gasolina e do petróleo tipo Brent no período estudado apontam assimetrias, ou seja, se choques positivos e negativos contém impactos diferentes.

Conforme a Tabela 4, o modelo TARARCH (0,1) apenas  $\alpha_1$  foi significativo a 1%, as demais estimativas dos parâmetros não foram significativas, principalmente o coeficiente estimado  $\gamma$  que é responsável por detectar a assimetria, portanto aceita-se a hipótese nula, onde não há presença de choques assimétricos entre as variáveis elencadas no período em análise.

Em contraponto, o modelo GARCH (0,1) expusera resultados significativos, ratificando choques simétricos entre os preços no período estudado. Além disso, a Tabela 5 demonstra a regressão linear significativa a 1% entre o preço nominal da gasolina comum e o preço nominal do barril de petróleo do tipo Brent, por meio do controle da volatilidade condicional proporcionado pelo modelo GARCH.

**Tabela 5** – Resultados do modelo de regressão linear simples GARCH (0,1)

	coeficiente	erro padrão	z	p-valor
Constante	1,8899	0,0823	22,9600	1,17E-116***
Petróleo	0,0101	0,0003	37,3600	1,51E-305***

\*\*\*1% de significância

Fonte: Resultados da pesquisa com dados básicos extraídos da ANP e *investing.com*.

Ademais, na Tabela 5, o coeficiente de regressão nos sugere que, caso haja uma variação de uma unidade no preço do barril de petróleo, o preço da gasolina corresponde com uma variação em torno de um centésimo de unidade. Ou seja, a cada 1 real de variação no preço do barril de petróleo, o preço da gasolina varia aproximadamente 1 centavo. Levando em consideração, que por questões de simplificação, não foram elencadas outras variáveis pertinentes, como impostos, o etanol anidro – que por força de lei no Brasil é adicionado à gasolina, dentre outros.

Em síntese, a relação entre o preço nominal semanal da gasolina comum, e o preço nominal semanal do barril de petróleo tipo Brent, no período de 01/03/2020 a 26/12/2021, não

apresentara um efeito de choques assimétricos, tendo em vista que o modelo que mede tal característica, o TARCH (0,1) não obteve resultados significativos

Desse modo, a ausência da assimetria pode ser explicada por conta das restrições sanitárias impostas pelos governos estaduais, em relação à circulação de pessoas. Pois como o mercado de combustíveis inicialmente não estava aquecido, os repasses feitos pelos distribuidores estavam de acordo com os ajustes realizados pela Petrobras.

Desta forma, os ajustes nos preços estavam sendo repassados com poucas semanas de discrepâncias, a fim de evitar prejuízos para distribuidoras e produtores. Conforme foram reduzindo as restrições, havendo gradativamente retorno do comércio global, o preço do barril de petróleo voltou a subir, e conseqüentemente, o preço da gasolina comum acompanhara tais alterações.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O mercado de combustíveis é notoriamente uma das pautas mais comentadas nos meios de notícias e pela população em geral. Nossa sociedade contemporânea se tornou bastante dependente dos combustíveis, seja para realizar atividade econômica, ou mobilidade urbana, entre outros fins. Na pandemia de COVID-19, apesar de perder o holofote, entretanto esse mercado seguiu sofrendo oscilações.

Assim, tal estudo teve como objetivo averiguar a presença de assimetria entre o preço nominal semanal da gasolina comum no território brasileiro e o preço nominal semanal do barril de petróleo tipo Brent (em reais), no período do início da COVID-19. Nessa lógica, fora feito uma breve explanação sobre microeconomia, e suas principais características, chegando em estruturas de mercado, e a partir disso, pondo em destaque o mercado monopolista, relacionando com o mercado de combustíveis nacional, possuindo a Petrobrás como protagonista.

Foram aplicados testes de raiz unitária a fim de comprovar se as séries selecionadas eram ou não estacionárias. Os testes ADF e KPSS sugeriram que as séries de preços nominais semanais da gasolina e do petróleo apresentam estacionariedade. Após isso, foi aplicado o modelo GARCH que indicou, a partir da soma dos parâmetros  $\alpha_1$  e  $\beta$ , que os efeitos, tanto positivos, quanto negativos, sobre a volatilidade se dissiparão lentamente, por conta de o somatório dos parâmetros foi de aproximadamente 0,99, elucidando uma persistência elevada dos choques sobre a volatilidade dos preços das variáveis. Diante do modelo TARCH não foi detectado efeito de choques assimétricos.



A ausência de choques assimétricos entre as variáveis no período analisado pode ser explicada por conta das restrições sanitárias ocorridas na pandemia de COVID-19. Tendo em vista que o percentual de aderência ao isolamento no Brasil oscilou, ao longo do período, em torno de 30 a 50% (INLOCO, 2021), devido às medidas de flexibilização variarem de acordo com cada estado. Devido a essas medidas, o consumo de combustíveis reduziu, por mais que os serviços de delivery tenham se elevado, não se compara frente a uma frota de veículos que circulava antes do ocorrido. Em Brasília – Distrito Federal, menos da metade da frota circulava nas ruas da cidade em abril de 2020 (AGÊNCIA BRASÍLIA, 2020).

Essa queda inicial na demanda, conseqüentemente levou a uma redução dos preços dos combustíveis, e além de que o preço do petróleo inicialmente também caiu, devido a redução da atividade econômica. Em contraponto, quando a demanda reaqueceu, os ajustes também foram repassados, pois como a produção de petróleo havia sido reduzida, e não estava atendendo a demanda global, conseqüentemente o preço do petróleo superou patamares pré pandêmicos, e como o mercado de combustível nacional está atrelado ao mercado internacional de petróleo, o preço da gasolina acompanhou as oscilações. Desse modo, sugere-se que a simetria se fizera presente entre os preços nominais semanais da gasolina e do petróleo.

A presença de simetria no mercado da gasolina demonstra que realmente o mercado nacional está acompanhando as alterações ocorridas no mercado internacional. Todavia o Brasil não possui uma estrutura de mercado similar a de outras nações, em que há muitas empresas presentes na cadeia produtiva da gasolina, ocorrendo assim concorrência e melhores preços para os consumidores. Assim, por mais que os preços estejam de acordo com o mercado internacional, a estrutura de mercado não é a mesma, o que causa um custo mais elevado para os consumidores desse mercado.

Diante do exposto, sobre os efeitos de simetria entre as variáveis estudadas, recomenda-se que novos trabalhos sejam realizados envolvendo um intervalo de tempo superior ao estudado, antes e depois da pandemia, deflacionando as séries, a fim de verificar se essa ausência de assimetria é um fator característico do mercado de combustíveis. Outra sugestão é incorporar outras variáveis ao modelo para dar mais robustez aos parâmetros encontrados após a modelagem econométrica.

## REFERÊNCIAS

- ADAMI, Andréia. **Gestão de Negócios Agroindustriais**. Edisciplinas - Usp, 2019. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4502614/mod\\_resource/content/2/Aula\\_financeiro\\_1\\_adami\\_19.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4502614/mod_resource/content/2/Aula_financeiro_1_adami_19.pdf). Acesso em: 1 jun. 2022.
- AGÊNCIA BRASÍLIA. **Estudo revela redução significativa de veículos em razão do coronavírus. Agência Brasília**, 2020. Disponível em: <https://www.agenciabrasilia.df.gov.br/2020/04/02/estudo-revela-reducao-significativa-de-veiculos-em-razao-do-coronavirus/>. Acesso em: 7 mai. 2022.
- BARRAL, José Alex de Castro. **As moedas virtuais: uma aplicação dos modelos GARCH para o Bitcoin no mercado monetário**. 2019. 41f. Bacharelado em Ciências Econômicas – Universidade Federal do Oeste do Pará, Instituto de Ciências da Sociedade, Santarém-PA, 2019.
- BUENO, R. L. S. **Econometria de séries temporais**. 2ª ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011.
- CANEDO-PINHEIRO, Mauricio. **Assimetrias na transmissão dos preços dos combustíveis: o caso do óleo diesel no Brasil**. Revista Brasileira de Economia, Rio de Janeiro, v. 66, n. 4, p. 469-490, out-dez 2012.
- DALFOVO, Michael Samir; LANA, Rogério Adilson; SILVEIRA, Amélia. **Métodos quantitativos e qualitativos: um resgate teórico**. Revista interdisciplinar científica aplicada, Blumenau, v. 2, n. 3, p. 1-13, 2008.
- DALLA COSTA, Armando. **A trajetória de internacionalização da Petrobras na indústria de petróleo e derivados**. História econômica & história de empresas, v. 12, n. 1, jan-jun 2009.
- ELLIOT, G.; ROTHENBERG, T. J; STOCK, J. H. **Efficient tests for an autoregressive unit root**. Econometrica, New Heaven - USA v. 64, n. 4, p. 813-836, jul 1996.
- ELIAS, Juliana. **Se Petrobras não tem monopólio, por que mais empresas não fazem gasolina?** UOL Economia, 2018. Disponível em: <https://economia.uol.com.br/noticias/redacao/2018/05/21/petrobras-monopolio-refino-gasolina.htm>. Acesso em: 01 abr 2022.
- GAUTO, Marcelo; DELGADO, Fernanda; COUTO, Márcio. **O paradoxo dos preços dos combustíveis**. Revista Conjuntura Econômica, Rio de Janeiro, v. 75, n. 2, p. 44-47, Fev 2021.
- INLOCO. **Mapa brasileiro da COVID-19**. Inloco, 2021. Disponível em: <https://mapabrasileirodacovid.inloco.com.br/pt/>. Acessado em: 7 mai. 2022.
- MARGARIDO, Mario A.; ANEFALOS, Lilian C. **Testes de raiz unitária e o software SAS**. Agricultura em São Paulo, São Paulo, v. 46, n. 2, p. 19-45, 1999.

MIRANDA, M. B. **O Monopólio e o Oligopólio**. Revista Virtual Direito Brasil, 2011. Disponível em: <https://irp.cdnwebsite.com/951f8786/files/uploaded/v52en3.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2022.

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

PETROBRÁS. **10 Respostas para suas dúvidas sobre o preço da gasolina**. Petrobrás, 2022. Disponível em: <https://duvidasgasolina.petrobras.com.br/>. Acesso em: 01 abr 2022.

PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. L. **Microeconomia**. 8. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2013.

RADCHENKO, Stanislav. **Oil price volatility and the asymmetric response of gasoline prices to oil price increases and decreases**. Energy economics, Charlotte - USA v. 27, n. 5, p. 708-730, set 2005.

RAHMAN, Sajjadur. **Another perspective on gasoline price responses to crude oil price changes**. Energy Economics, San Antonio, v. 55, p. 10-18, mar 2016.

SALVINI, Roberta Rodrigues; BURNQUIST, Heloisa Lee; JACOMINI, Rafael Lopes. **Investigando a assimetria na transmissão dos preços dos combustíveis no Estado de São Paulo**. Anais do Seminário Científico do UNIFACIG, Manhuaçu - MG, n. 2, Nov 2016.

SANTOS, Ramon Rodrigues dos. **Análise Empírica da volatilidade do etanol: Aplicação de modelos ARCH nos preços à vista e futuros brasileiros**. Revista Interdisciplinar Encontro das Ciências (RIEC), Icó - CE, v. 2, n. 1, p. 443-461, jan-abr 2019.

SILVA, André Suriane da, et al. **Transmissão assimétrica de Preços: O caso do mercado de gasolina a varejo nos municípios do Brasil**. Associação Nacional dos Centros de Pós-Graduação em Economia (ANPEC), 2011. Disponível em: <https://www.anpec.org.br/encontro/2011/inscricao/arquivos/000-86963841cc6d4c77bd394fcdfdca8b4.pdf>. Acesso em: 01 abr. 2022

SILVA NETO, Waldemiro Alcântara da; PARRÉ, José Luiz. **Assimetria na transmissão de preços: Evidências empíricas**. Revista Econômica do Nordeste, Fortaleza, v. 43, n. 1, p. 109-124, 2012.

UCHÔA, Carlos Frederico Azeredo. **Testando a assimetria nos preços da gasolina brasileira**. Revista Brasileira de Economia, Rio de Janeiro, v. 62, n. 1, p. 103-117, jan-mar 2008.

VARIAN, H. R. **Microeconomia: uma abordagem moderna**. 9.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

YIN, Robert K. **Estudo de Caso: Planejamento e métodos**. 5ª ed. Porto Alegre: Bookman Editora LTDA, 2015.

ZAKOIAN, J.M. **Threshold Heteroskedasticity Models**. Journal of Economic Dynamics and Control. Paris, v.18, n. 5, p.931- 955, set 1994.