

DINÂMICA DOS PREÇOS DO PETRÓLEO NA PANDEMIA DO CORONAVÍRUS (2020-2022)

Gabriel Meneghel Caseta¹
Felipe Silva²

Resumo: A crise da COVID-19 gerou efeitos nocivos sobre o mercado financeiro internacional e a atividade econômica global. Um dos principais componentes afetados no período foram os preços de petróleo, que chegaram a operar abaixo de zero pela primeira vez na história. Este estudo teve como objetivo avaliar a dinâmica da variação dos preços de petróleo durante os anos que contemplam a pandemia, entre 2020 a 2022. Argumenta-se a pandemia gerou impacto relevante e persistente nos preços da commodity, porém, com o relaxamento das medidas restritivas e a reversão das expectativas do mercado sobre o consumo de combustíveis, a dinâmica dos preços voltou ao normal. Argumenta-se que os preços de petróleo aglutinaram maior volatilidade durante crise da COVID-19 do que em períodos de crises financeiras anteriores, gerando maior incerteza e implicações econômicas.

Palavras-chave: Preço do petróleo; COVID-19; crises financeiras.

Abstract: The COVID-19 crisis has had harmful effects on the international financial market and global economic activity. One of the main components affected in the period was oil prices, which were quoted below zero, for the first time in history. This study aimed to assess the dynamics of the variation of oil prices during the years that contemplate the pandemic, delimited from 2020 to 2022. It is argued that the pandemic generated a relevant and persistent impact on oil prices, however according to the relaxation of restrictive measures and the fall of the market's bad mood over fuel consumption began to emerge, price dynamics returned to normal. It is argued that oil prices have aggregated greater volatility during the COVID-19 crisis than in periods of previous global financial crises. The results show that prices between 2020 and 2022 were more penalized than during the 2008 crisis, generating greater insolvency and economic implications.

Keywords: Oil prices; COVID-19; Financial crises.

1. INTRODUÇÃO

A pandemia do coronavírus (COVID-19) preconizada na China, produziu impactos desastrosos na economia mundial. A aparição do vírus abarcou uma série de questões econômicas, como a desaceleração da atividade, a elevação do desemprego e a queda sem precedentes nos preços do petróleo. Os governos federais, sob indicação da

¹ Faculdades de Campinas – FACAMP.

² Universidade Católica de Brasília – UCB.

Organização Mundial da Saúde (OMS), reivindicaram medidas de *lockdown* a fim de mitigar o contágio do vírus e fomentar o distanciamento social. Essa medida, ainda que tivesse como objetivo priorizar a saúde humana, gerou efeitos graves em uma série de ativos financeiros, entre eles o mercado de petróleo, que experienciou severas oscilações.

O petróleo é negociado em bolsa de mercadorias e, por ser a *commodity* mais líquida dos mercados, concentrando amplo volume de contratos, há uma relação muito forte entre seus preços e os mercados financeiros. Tal fato implicou um forte transbordamento dos choques do petróleo para outros mercados durante o recrudescimento da doença; de uma forma muito mais devastadora do que em outras crises mundiais, como a Crise do Petróleo nos anos 1970 e a Crise dos Subprime em 2007-2008.

Os preços dos contratos futuros de petróleo bruto West Texas Intermediate (WTI) – refletor da demanda de energia nos Estados Unidos (EUA), por exemplo, chegou a registrar valores negativos, saindo de USD 18 por barril para –USD 38 – um valor negativo pela primeira vez na história, como ressaltam Gharib, Mefteh e Jabeur (2020). O petróleo do tipo Brent, que reflete a demanda mundial, não registrou preços negativos, mas atingiu patamares de preços não observados desde meados de 1999. A queda nos preços provocou pânico nos mercados de commodities, causando também uma derrocada de preços dos refinados e de outras commodities relacionadas.

A hipótese, portanto, é que o recente surto de COVID-19 gerou uma volatilidade significativa nos preços do petróleo durante o período de crise como nunca observado em outras crises – financeiras ou de petróleo. Com isso, estima-se que há uma forte interconexão entre os preços do petróleo e a atividade econômica em períodos de crise, quando a volatilidade de petróleo gerará inexoravelmente efeitos negativos sobre a atividade econômica, recrudescendo os impactos das crises.

Foram utilizadas duas medidas como proxy de volatilidade: i) a variação logarítmica dos preços; e ii) a mesma medida anterior, porém ponderada pela raiz de 252 dias úteis para anualizar a medida. Elaborou-se um índice que reflete os preços e as participações percentuais do volume de contratos futuros negociados e notou-se que as elevações dos preços geraram efeitos positivos no índice, mais do que a parcela dos contratos. Por fim, vale notar que a crise sanitária teve um impacto significativo de longo prazo nos preços do petróleo e, com o relaxamento das medidas restritivas, a dinâmica dos preços voltou ao normal e, mais adiante, tornou-se passível de aclives via especulação voltando a apresentando grandes oscilações.

Para atingir o objetivo proposto, o artigo está organizado da seguinte forma. A primeira seção trata da revisão bibliográfica, contando com três subseções, i) determinantes dos preços de petróleo (Brent e WTI) e impactos macroeconômicos; ii) o petróleo e a atividade econômica em crises financeiras globais anteriores (1970s e 2008); e iii) comportamento do mercado financeiro internacional e petróleo na COVID-19. A segunda seção apresenta a metodologia, ao que se segue a análise dos resultados e as considerações finais.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Esta seção está organizada em três tópicos para contextualizarmos o panorama internacional do petróleo e sua convergência nos mercados financeiros. O primeiro tópico tratará das principais determinantes e motivações dos preços do petróleo e suas implicações na economia. O segundo tópico descreve duas crises financeiras, de 1970 e 2008, e como foi o comportamento do petróleo no período. A última seção abarca uma série de dados para enriquecer a discussão que o mercado financeiro como um todo foi impactado pela crise da COVID-19 em diversos aspectos, assim como o petróleo.

2.1 Determinantes dos preços de petróleo (Brent e WTI) e impactos macroeconômicos

Argumentar sobre as variáveis que impactam as oscilações dos preços de petróleo é sempre uma tarefa difícil. Mas, para isso, é necessário de imediato identificar a diferença dos dois principais tipos de petróleo negociados nas bolsas de mercadorias. Como destacam Ji e Fan (2011) e Clubley (1998), o petróleo possui uma centralidade nos mercados de commodities, sendo uma commodity que possui capacidade de impactar fertilizantes, produtos químicos, commodities agrícolas – concorrentes ou não no mercado de combustíveis – e indicadores da atividade econômica.

O petróleo do tipo Brent, é negociado na Intercontinental Exchange (ICE) de Londres. Apesar de ser negociado em Londres, o Brent tem seus contratos precificados em dólar e é o óleo bruto que mais corresponde a demanda global. A estrutura de produção é bem peculiar, a oferta é concentrada em alguns países, sobretudo nos países membros da Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP) e nos países que involucram a antiga União Soviética. De acordo com os dados da British Petroleum (2022), somente a OPEP produz cerca de pouco mais que 34% do petróleo mundial.

DINÂMICA DOS PREÇOS DO PETRÓLEO NA PANDEMIA DO CORONAVÍRUS (2020-2022)

Os preços de petróleo são muito influenciado por fatores geopolíticos, principalmente tensões políticas em países com estoques e produção relevantes e países que demandam alto volume de barris, como é o caso do Oriente Médio, onde concentram-se os maiores níveis de produção mundial. Na tabela 1 a seguir pode-se ver a concentração de produção mundial como citado acima.

Tabela 1 - Participação na produção mundial de petróleo – 1996-2020 – em%

Ano	OPEP	Não-OPEP
1996	39,28%	60,72%
1997	39,62%	60,38%
1998	40,95%	59,05%
1999	39,85%	60,15%
2000	40,44%	59,56%
2001	39,78%	60,22%
2002	37,72%	62,28%
2003	39,21%	60,79%
2004	41,05%	58,95%
2005	41,79%	58,21%
2006	42,01%	57,99%
2007	41,69%	58,31%
2008	42,54%	57,46%
2009	40,62%	59,38%
2010	40,56%	59,44%
2011	40,94%	59,06%
2012	41,57%	58,43%
2013	40,12%	59,88%
2014	39,07%	60,93%
2015	39,43%	60,57%
2016	40,49%	59,51%
2017	40,06%	59,94%
2018	38,84%	61,16%
2019	36,79%	63,21%
2020	34,66%	65,34%

Fonte: British Petroleum (2022).

Como o Brent é mais sensível à demanda global, diversos fatores macroeconômicos podem influir em seus preços, principalmente o ritmo da atividade econômica, produção dentro do cartel da OPEP, juros e dados de indústria global. Há muito tempo, o petróleo e diversas outras commodities não refletem apenas a condição

de oferta e demanda pelo produto, justamente porque é listado em bolsas de mercadorias e passível de fluxos financeiros na forma de contratos futuros que podem variar entre hedgers e especuladores³.

Albuquerque et al (2017) perceberam também uma conexão entre a atividade econômica, o mercado financeiro e o Brent, dada a oscilação forte e expressiva entre 1995 e 2016, mas com uma dinâmica interrompida na crise do subprime em 2008. Segundo Baumeister e Kilian (2016) o curso das oscilações reside principalmente na queda da atividade econômica global, o que gerou um excesso de estoques e de produção nos EUA.

O WTI é negociado na New York Mercantile Exchange (NYMEX). Ambas as commodities são precificadas em dólares por barril e são negociados em todos os meses de referência de vencimento de contratos futuros. O WTI reflete a demanda norte-americana, isto implica dizer que oscilações e expectativas de consumo nos EUA implicarão em flutuações de preços do WTI. Nikitopoulos et al (2017) encontraram evidências empíricas sobre os futuros do WTI de canais causais tornaram-se relevantes a partir de 2008 e expressaram relações com os estoques altos e a incerteza sobre as condições econômicas globais.

Ou seja, tanto o petróleo do tipo Brent quando o do tipo WTI, sob a dinâmica estruturada nos mercados futuros, são passíveis a transmissões e choques causais que podem mudar os preços repentinamente.

A interconexão entre o mercado de petróleo e outros mercados têm sido amplamente examinadas na literatura. Os estudos de Clayton e Segal (2013) ao analisar os preços de petróleo e sua relação com a economia norte-americana indicam que preços mais elevados do óleo elevam as despesas atreladas e o preço dos bens como gasolina e diesel. Estes dois produtos são derivados de petróleo, portanto, espera-se que os preços variem com as oscilações do óleo. Contudo, o estudo ressalta que a queda nos preços de petróleo pode ter consequências contracionistas na política econômica, decaindo o ritmo do crescimento do produto (i.e. PIB). As elevações dos preços do óleo, no estudo, distorcem os salários elevando a pressão dos custos do trabalho e os preços gerais da economia.

³ Clubley (1998) e Ribeiro, Sene e Neto (2018) enfatizam que quase todo o petróleo bruto disponível no mercado físico é negociado nos mercados futuros devido ao fortalecimento dos mercados futuros. A negociação de petróleo é estabelecida entre compradores e vendedores que não necessariamente estão preocupados em receber ou enviar o volume de barris transacionado (CLUBLEY, 1998).

Yu, Guo e Chang (2022) concluem que há uma forte interconexão entre PIB e os preços de petróleo durante os períodos de crise financeira global e, principalmente, um choque no mercado de óleo bruto ocasiona um choque na atividade econômica no longo prazo. Tal relação será apresentada com mais rigor na seção a seguir.

2.2 O petróleo e atividade econômica em crises financeiras globais anteriores (1970s e 2008)

Uma das maiores crises da economia global foi a crise do petróleo dos anos 1970 e a de 2008. A crise dos anos 1970 acarretou um momento de pavor e danos econômicos gerando problemas graves na atividade econômica, alta de desemprego, estagnação do comércio e inflação generalizada. Esta crise, de acordo com Solomon (1979) foi iniciada através de um “um ato monopolista ... mediante o controle da oferta de uma mercadoria essencial” (p. 325-329). Doravante, será explicado como a crise do petróleo nos anos 1970 se desenvolveu e como o comportamento dos preços do petróleo foi importante para explicar o desempenho da economia mundial. Em seguida, será detalhada a trajetória dos preços de petróleo na crise dos *subprimes* em 2008.

2.2.1 Crise do petróleo dos anos 1970

Desde o fim da Primeira Guerra Mundial, os países do Oriente Médio consolidaram-se como os principais produtores e fornecedores de óleo bruto, o que despertou interesse de uma série de países ocidentais. Até 1970, cerca de 90% da produção de petróleo era originária de sete companhias, as “Sete Irmãs”, sendo elas: Royal Dutch Shell, Anglo-Persian Oil Company, Standard Oil of New Jersey (Esso), Standard Oil of New York (Socony), Texaco, Standard Oil of California (Socal) e Gulf Oil. A dependência pelo petróleo e sua cristalização como principal fonte de energia foi demarcada propriamente no limiar dos anos 1970. Doravante, os países produtores, principalmente os do Oriente Médio, decidiram se unir a fim de neutralizar o poder das “Sete Irmãs”, criando, então, a OPEP (Organização dos Países Exportadores de Petróleo) (LIMA, 1977).

A primeira crise do petróleo não teve início especificamente em 1970, mas possui raízes em um emaranhado de fatores geopolíticos que colidem em uma crise financeira provocada pela alta dos juros norte-americano no fim da década. Entre 1973 e o primeiro

trimestre de 1974 os preços passaram por uma elevação média de 306%⁴, causando grandes inflexões econômicas. A crise se sucedeu em cinco fases, de acordo com Yergin (2012), entre as quais três serão destacadas por corresponderem aos conflitos no período retratado aqui.

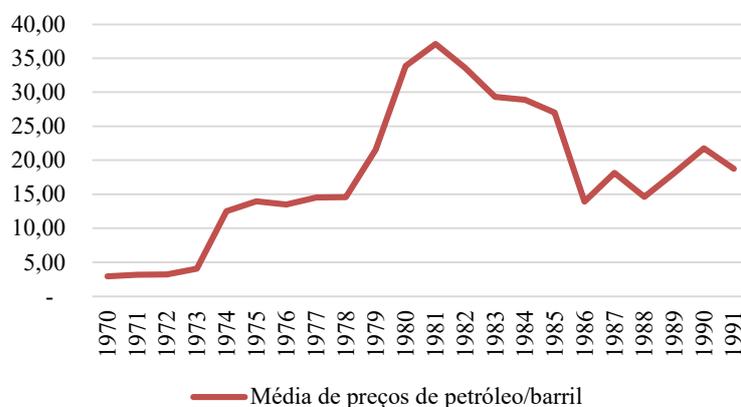
Tabela 2 – Fases e motivação das crises de petróleo

Fase	Ano	Motivação
1ª fase	1956	Nacionalização do Canal de Suez - resultou no bloqueio do canal elevando o preço do produto
2ª fase	1973	Guerra do Yom Kippur - resultou em tensões sobre a expectativa de espalhamento da guerra e interrupção da produção
3ª fase	1979	Crise no Irã - revolução no interior político do país redundou também em guerra contra o Iraque. Houve redução maciça da produção de petróleo

Fonte: Yergin (2012) – adaptado.

Em 1974, diversas empresas multinacionais registraram quedas nas vendas e uma série de países amarguraram sucessivos déficits comerciais e complicações na conta corrente da Balança de Pagamentos. A demanda pela matéria-prima era constantemente alta, isso enrijecia a elevação dos preços culminando em crise energética, esgotamento da capacidade produtiva, e, ademais, forçou alguns países a considerarem alternativas renováveis para a produção de combustíveis (LESSA, 1997). No gráfico 1, destaca-se a evolução dos preços médios de petróleo de 1970 a 1991.

Gráfico 1 – Evolução do preço médio do barril de petróleo em dólar de 1970 a 1991



Fonte: Adaptado de Macrotrends.

⁴ Resultados de pesquisa a partir da Bloomberg.

Evidencia-se que os preços de petróleo entre 1970 e 1991 registram 24,7% de crescimento médio. Quando analisada a variação simples dos preços em 1970 contra 1979, o crescimento fica em cerca de 629%. Os resultados das repentinas altas causaram, além dos fatores já destacados, um período de estagflação das economias, onde o crescimento econômico fica estagnado e é contrastado por uma inflação elevada. Lima (1977) salienta que, em 1977, mesmo que alguns países tenham registrado superávit comercial, logo em seguida passaram a acumular déficits, comprometendo as receitas nacionais e sendo obrigadas a elevar a dívida externa para financiamento de importações.

Yergin (1990) destaca que, de 1970 a 1973, houve uma queda de 50% na produção de barris por dia. Em 1970 eram produzidos uma média de 3 milhões de barris por dia (bpd) excedente, boa parte originária do Oriente Médio. Em 1973, a produção caiu para 1,5 milhão bpd, e, mais adiante, caiu para 500 mil barris por dia.

Simultaneamente à crise iniciada no Irã, em 1979, que provocou a redução maciça de petróleo, o presidente do Federal Reserve (Fed) – banco central dos EUA – elevou as taxas de juros no país. Lima (1997) destaca que os juros reais dos EUA saltaram de 3,4% na média entre 1970 e 1980 para 19,9% em 1981 e no ano seguinte atingiu patamares próximos a 28% ao ano.

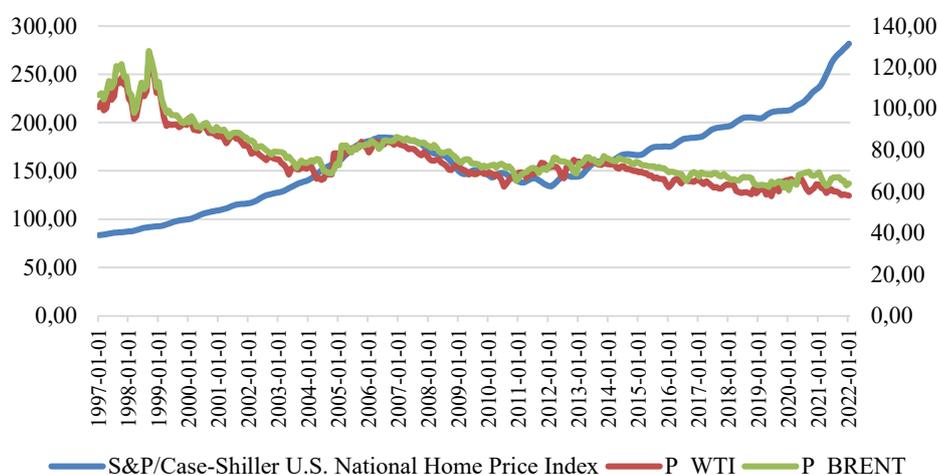
Segundo Carneiro (2002) e Altimir et al (2002), os juros, somados à elevação dos preços nos mercados internacionais, provocaram um forte impacto sobre a atividade econômica mundo a fora, principalmente nos países emergentes. Com isso, a dívida externa tornou-se um problema que se refletia por toda a América Latina. Alguns países, ingressaram os anos 1980 endividados, com sérios problemas de financiamento e retração da renda nacional, reduzindo as importações e, em alguns casos, até mesmo decretando moratória, como o México. Esses fatores acarretaram, por fim, em uma restrição de financiamento externo e dificuldades de crescimento caracterizando os anos 1980 como a “Década Perdida”.

2.2.1 Crise do subprime de 2008

Certamente, a crise do subprime marcou uma inflexão do sistema financeiro internacional. A partir da metade de 2007, uma parcela expressiva dos agentes do mercado financeiro foi surpreendida com a derrocada dos títulos podres e as bolhas de ativos nos EUA. Borça Jr e Filho (2008) ressaltam que, na época, o mais relevante não houvera sido de fato à bancarrota no mercado, mas sim a saúde financeira dos bancos, fundos e corretoras.

A crise de 2008 tem natureza no mercado imobiliário. Entre os anos de 1997 e 2006, os preços dos imóveis se elevaram. De acordo com os dados da S&P/Case-Shiller US National Home Price Index, o preço dos imóveis em índice passou por uma elevação de 176% do fim de 1997 até fevereiro de 2008, como mostra o gráfico 2. Esse processo de alta dos preços imóveis só foi possível devido ao aumento do crédito imobiliário apoiado em taxas de juros baixas. Esse processo foi, em boa medida, impulsionado pelo aumento do crédito imobiliário norte-americano.

Gráfico 2 – Índice S&P/Case-Shiller US National Home Price (eixo da esquerda) x Preços de petróleo Brent e WTI (eixo da direita)

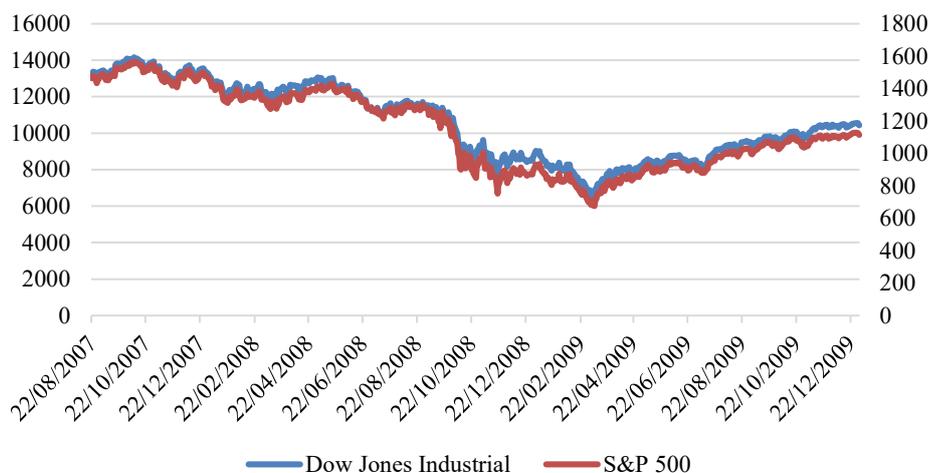


Fonte: Adaptado de FRED e Bloomberg.

Os preços de petróleo passaram também por uma valorização no ponto de máximo do Índice entre 2004 e 2008 e seguiram a tendência de queda. Depois da crise, a tendência dos ativos e do índice se inverteram. A queda nas expectativas transcendeu ao setor imobiliário, atingindo também as expectativas do setor industrial. O setor industrial dos Estados Unidos ficou comprometido, sem capacidade de financiamento via mercado financeiro e sem expectativas de retornos no longo prazo.

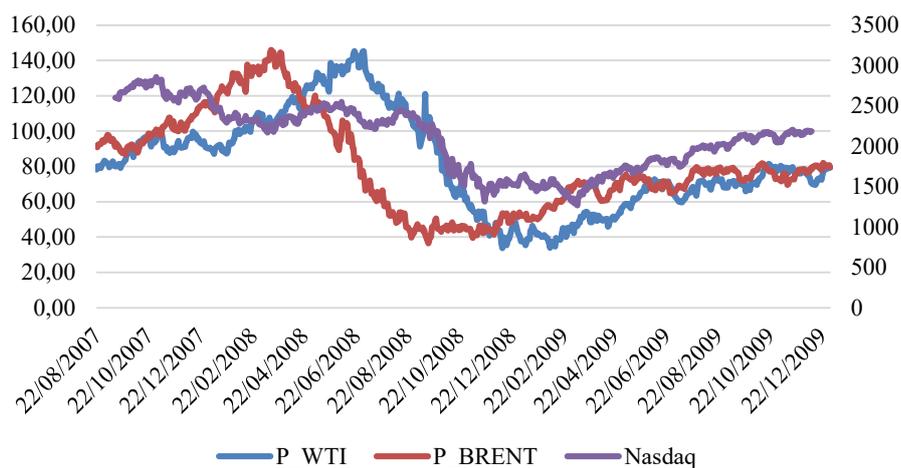
O gráfico 3 demonstra a queda acentuada no período da crise do subprime comparando o Dow Jones Industrial com o S&P 500, que condensa uma carteira teórica das 500 ações mais negociadas na New York Stock Exchange (NYSE). A tendência de queda acabou por ser generalizada; uma série de ativos passou por depreciações, bem como o segundo maior mercado de ações no mercado mundial, a Nasdaq.

Gráfico 3 – Índice Dow Jones Industrial e S&P 500



Fonte: Adaptado de Bloomberg.

Gráfico 4 – Petróleo Brent e WTI (eixo da direita) x Nasdaq (eixo da esquerda)



Fonte: Adaptado de Bloomberg.

Os preços do petróleo caíram de USD 145,88/barril, em julho de 2008, para USD33,87/barril, em dezembro de 2008. As cotações da Nasdaq despencaram de 2794,83 pontos em novembro de 2007 para 1316,12 pontos no mesmo mês em 2008, uma queda de 53%. Assim, os preços da energia caíram devido à diminuição da demanda, à contração do crédito para consumo e à queda nos lucros das empresas, o que levou a demissões e aumento do desemprego.

As autoridades fiscais e monetárias, para combater a crise que se espalhou no sistema financeiro internacional, se viram obrigadas a reverter o curso das expectativas para reanimar a atividade econômica e melhorar as condições de crédito. A demanda foi

aos poucos sendo recuperada à medida que os estímulos fiscais e monetários reverteram as forças deflacionárias e levou à alta dos preços. Inclusive, o Federal Reserve, para estimular a demanda e a oferta de crédito, derrubou progressivamente as taxas de juros, saindo de 5 pp em julho de 2007 para patamares próximo de zero em 2009 (FRED, 2022). No entanto, diversas empresas foram forçadas a levantar capital durante esse período sofreram com maiores despesas com taxas de juros.

Yu, Guo e Chang (2022) encontraram resultados empíricos que evidenciam que os preços do petróleo tiveram oscilações intensas entre março de 2008 e dezembro do mesmo ano. Ademais, destacaram haver uma forte heterogeneidade nas variações do PIB e dos preços de petróleo no período de crises financeiras globais e, por isso, concluíram que o padrão das atividades econômicas e a trajetória dos preços foram significativamente influenciados pela crise financeira global de 2007-08, e não ao contrário, como houvera sido nos anos 1970.

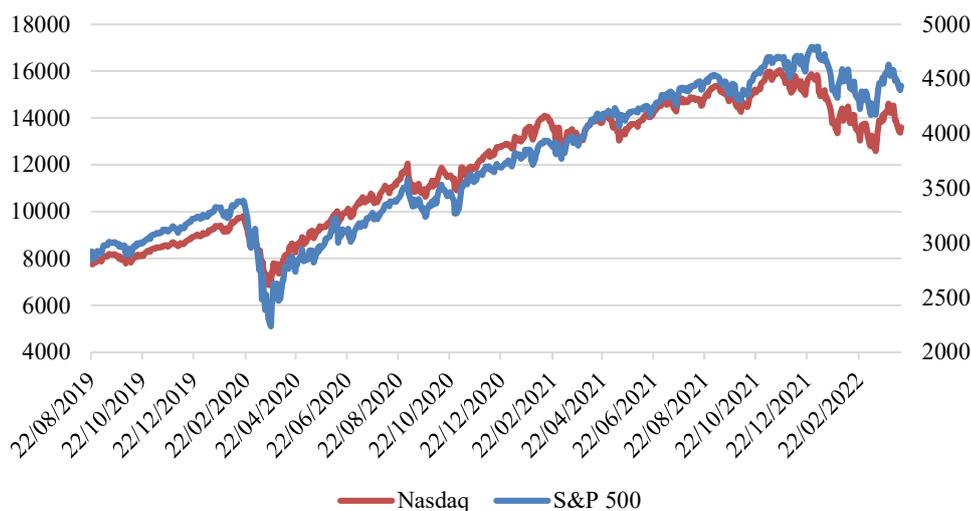
2.3 Comportamento do mercado financeiro internacional e petróleo na COVID-19

Historicamente, as commodities demonstraram ser extremamente voláteis em períodos de crise, com efeitos macroeconômicos (CAVALCANTI e JALLES, 2013; FOGLIA e ANGELINI, 2020). Tal relação fomentou uma série de estudos para investigar a dinâmica dos choques nesses períodos, como é o caso deste trabalho

Em adição, como o petróleo é um produto “financeirizado”, seus choques podem ter relação direta com a oferta e demanda do produto físico; em alguns casos, as oscilações residem em um transbordamento de outros ativos no mercado financeiro ou refletem decisões de juros nos países centrais. A pandemia do coronavírus não implicou tão somente uma crise sanitária global, mas se consolidou com uma forte reversão de expectativas em diversos setores que dependiam do petróleo e, até mesmo, de setores que ao enxergarem a falta de demanda pelo óleo, dado o *lockdown*, cessaram o consumo de combustíveis, justamente porque não havia a necessidade de produção.

Essa dinâmica rompeu com uma aparente normalidade presente nos mercados financeiros e gerou queda generalizada dos índices e indicadores. No gráfico 5, demonstra-se que a Nasdaq e o S&P 500 absorveram os receios sobre os rumos da pandemia.

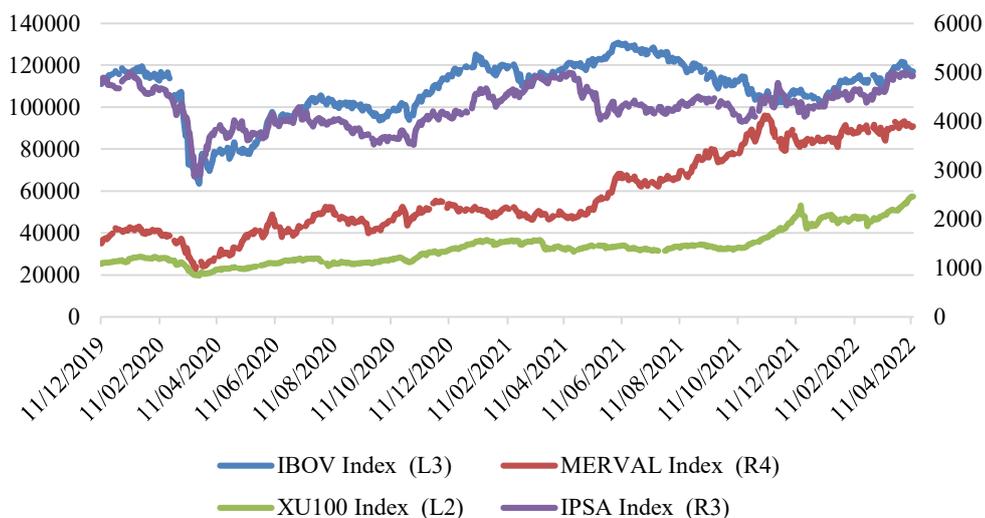
Gráfico 5 – Evolução dos principais índices na pandemia: Nasdaq (eixo da esquerda) x S&P 500 (eixo da direita)



Fonte: Adaptado de Bloomberg.

Em fevereiro de 2020, convencionou-se, no mercado financeiro, que a pandemia carregava uma potência mais expressiva do que era comentado no fim de 2019, quando o vírus estava restrito à China. Nota-se um forte declínio do S&P 500 de fevereiro de 2020 até o fim de março de 2020. O mesmo ocorreu com a Nasdaq, que caiu de 9576,59 pontos, em fevereiro, para 6860,67, no fim de março. Para comparar essa tendência, selecionou-se também os índices das principais bolsas de valores de quatro países emergentes para avaliar o comportamento desses ativos no mercado financeiro durante o início da pandemia: Brasil (IBOVESPA), Argentina (Merval), Chile (IPSA) e Turquia (Borsa Istanbul – XU100). O declive nesses índices ocorreu no mesmo momento que a Nasdaq e o petróleo caíram, o que simbolizou aumento da percepção de risco, forçando uma série de investidores a liquidarem suas posições.

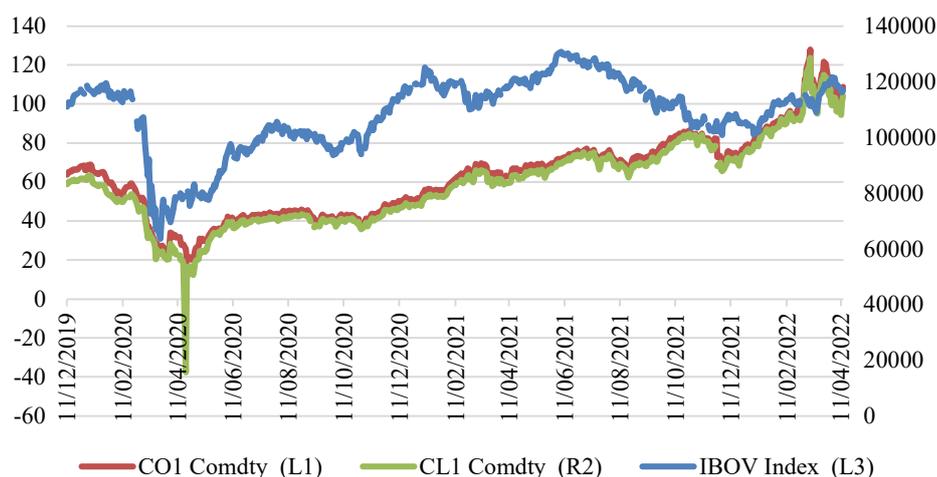
Gráfico 6 – Índices de bolsas de valores selecionados – IBOV Index e Merval Index (eixo esquerdo) x XU100 Index e IPSA Index (eixo direito)



Fonte: Adaptado de Bloomberg.

Nota-se que, entre o fim de fevereiro até meados de março, acentuava-se a queda nos quatro índices. Quando comparado apenas o Ibovespa contra o petróleo, nota-se que o índice atingiu o mínimo da série de 2020 a 2022 quase um mês antes da derrocada do preço do petróleo, registrando pouco mais que 63 mil pontos, demonstrando assim uma incerteza no mercado e retirada maciça de cifras expressivas de investimentos.

Gráfico 7 – IBOV Index (eixo da direita) x Brent e WTI (eixo da esquerda)

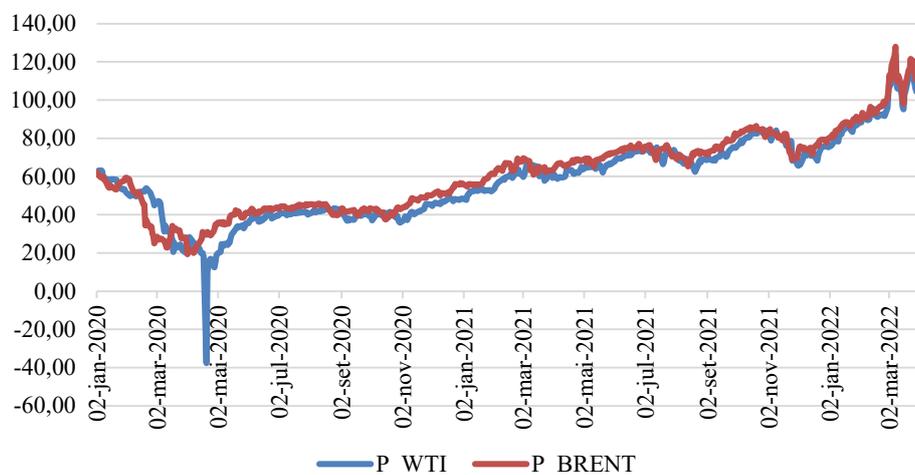


Fonte: Adaptado de Bloomberg.

Os preços do WTI, com a queda do consumo, registraram valores negativos pela primeira vez na história, desde que passou a ser negociado na NYMEX. O Brent não

registrou valor negativo, mas atingiu patamares pouco usuais, testando a casa dos 20 dólares/barril. No gráfico abaixo é visível a deterioração dos preços.

Gráfico 8 – Preços de Brent x WTI de 2003 a 2022



Fonte: Adaptado de Bloomberg.

Enquanto o Brent registrava queda de 52,5% de janeiro a abril de 2020, o WTI registrava queda 161,5% no mesmo período. Os contratos futuros de ambos sofreram uma forte pressão de venda, causando um caos no mercado que marcava a ampla procura por liquidação do contrato às vésperas do vencimento. Como assinalam Wang, Yang e Li (2022), a forma encontrada pelo governo dos EUA para estabilizar a economia e mitigar as incertezas no mercado de energia foi instituir um debate das instituições do setor e refinarias para avaliar a oferta das refinarias e produção do óleo bruto; o Federal Reserve também foi coagido pela crise a instrumentalizar uma política econômica que servisse de apoio ao contorno da crise, a saída foi um ilimitado *quantitative easing*, gerando também impacto no mercado de petróleo através da flexibilização da política monetária.

Em Yu, Guo e Chang (2022), é evidenciado que a COVID-19 indicou uma volatilidade significativa nas atividades econômicas e nos preços. A justificativa reside no fato da crise não ter sido preconizada no mercado de energia, tendo, porém, uma natureza epidemiológica que freou a demanda pelo produto, diferentemente do que houvera sido nos anos 1970, quando a crise foi motivada pelas ameaças de redução da produção de óleo bruto, e em 2008, quando os preços se deterioraram contagiados por outros ativos.

Notavelmente, a transmissão dos riscos ascendeu em todo mercado financeiro, assim como em 2008. Porém, em 2020, a queda no consumo justificou-se não mais pela

quebradeira financeira *ex ante*, mas pelo surgimento de medidas cautelares que geraram efeitos *ex post* na demanda de combustíveis derivados de petróleo.

3. METODOLOGIA

Esta metodologia será apresentada em duas etapas: i) coleta de dados; e ii) modelo para avaliação dos preços.

3.1 Dados

Os dados de preço de WTI e Brent deste trabalho foram coletados na Refinitiv Eikon (da agência Reuters) e na Bloomberg para os preços de 2007 a 2022; os preços mais antigos foram extraídos da Macrotrends e da US Energy Information Administration (EIA). Usou-se variáveis de série temporal do PIB trimestral dos EUA também disponibilizados pela Federal Reserve Economic Data (FRED). Os dados de índice de imóveis foram extraídos na FRED e os índices das bolsas foram obtidas na Bloomberg.

O estudo corresponde à avaliação da variação dos preços de petróleo entre o período pandêmico de 2020 até 2022. Outros períodos de crise, como 2008, foram utilizados para fins de comparação e validação da hipótese inicial.

3.2 Modelo para avaliação dos preços

Avaliar-se-á a volatilidade através da variação dos preços de petróleo, como em Zavaleta-Vázquez e Arenas (2016), proxy muito comum no universo das finanças, como demonstra-se abaixo:

$$R_{i,t} = \ln(\Delta p_{i,t}) \quad (1)$$

Onde $R_{i,t}$ é uma medida de volatilidade, e $p_{i,t}$ é o preço da commodity i no período t e Δ é a variação.

Em seguida, para melhor analisar a variação dos preços, será constituído um índice de petróleo ponderado pela participação relativa de cada petróleo em relação a soma dos contratos negociados na amostra.

$$I_t = \sum p_{it} s_{it} \quad (2)$$

De forma que,

$$s_{it} = \frac{c_{it}}{V_t}$$

Onde I_t é o índice de commodities selecionadas, p é o preço da commodity i no período t , s é o *share* da commodity i no período t , c é o volume de contratos negociados

da commodity i no período t e V é o volume total de contratos das commodities selecionadas. Assim como será feito para série de preços de petróleo, o método (1) também será empregado para (2). O I_t será avaliado com base fixa em janeiro de 2007.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Como o objetivo principal do artigo é identificar as oscilações na dinâmica dos preços do petróleo, os métodos de volatilidade dos ativos foram empregados para identificar as rápidas mudanças nos preços do petróleo durante o período de 2007-2009 e 2020-2022. Antes de avaliar a variação dos preços em ambos os períodos, cabe apresentar as estatísticas descritivas dos preços e as variações do PIB dos EUA, como mostram as tabelas 3 e 4. Utilizou-se o PIB dos EUA na comparação por ser a economia mais forte globalmente – a proposta é demonstrar a instabilidade vivenciada no período de crise.

Tabela 3 - Estatísticas descritivas preços de petróleo e variação do PIB dos EUA entre 2007-2009

	<i>Preços WTI 2007-2009</i>	<i>Preços BRENT 2007-2009</i>	<i>Var (%) PIB EUA 2007-2009</i>
Média	78.08	79.69	0.28
Erro padrão	0.91	0.86	0.33
Mediana	71.97	75.55	0.47
Desvio padrão	25.30	23.87	1.10
Variância da amostra	639.84	569.60	1.20
Curtose	-0.20	0.07	0.15
Assimetria	0.66	0.67	-0.99
Intervalo	111.42	109.47	3.35
Mínimo	33.87	36.61	-1.95
Máximo	145.29	146.08	1.40
Contagem	775.000	775.000	11.00

Fonte: Adaptado de Bloomberg e FRED Data.

Tabela 4 - Estatísticas descritivas preços de petróleo e variação do PIB dos EUA entre 2020-22

	<i>Preços WTI 2020-2022</i>	<i>Preços BRENT 2020-2022</i>	<i>Var (%) PIB EUA 2020-2022</i>
Média	80.78	77.93	1.708
Erro padrão	0.83	0.83	1.765
Mediana	75.83	73.47	2.320
Desvio padrão	13.54	13.38	4.993
Variância da amostra	183.23	178.97	24.928
Curtose	1.14	0.79	4.488
Assimetria	1.28	1.14	-1.558
Intervalo	65.83	65.05	17.857
Mínimo	62.15	58.65	-9.329
Máximo	127.98	123.70	8.528
Contagem	268.000	261.00	8.000

Fonte: Adaptado de Bloomberg e FRED Data.

Nota-se que a média das variações do PIB norte-americano durante a COVID-19 é superior ao crescimento na crise do subprime. A dinâmica é replicada avaliando a média dos preços de WTI durante as duas crises, isto é, a média de preços do petróleo que reflete a demanda norte-americana entre 2020 e 2022 é superior em relação ao período de 2007 a 2009. Entre 2007-2009, WTI logrou US\$ 78,08 por barril, enquanto na crise sanitária, os preços atingiram US\$ 80,78 por barril.

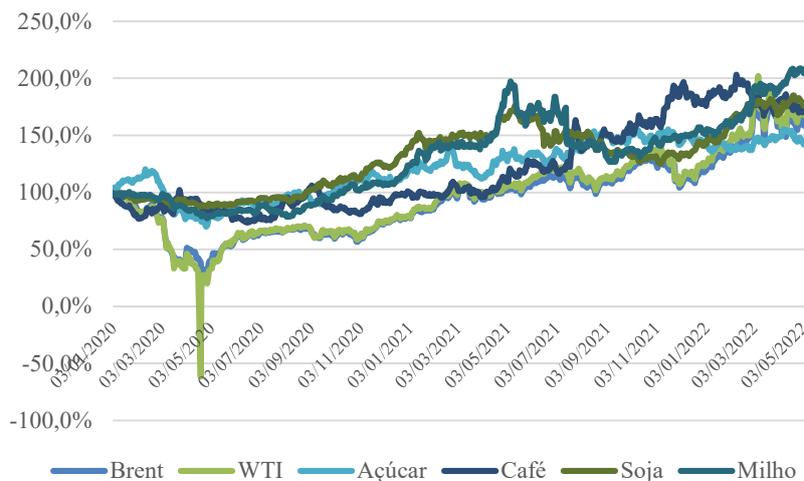
No gráfico abaixo, nota-se que em uma seleta cesta de *commodities*, entre elas WTI, Brent, Açúcar, Café⁵, Soja e Milho⁶, os preços de petróleo são os que mais refletem variações acumulada em dólares no início da pandemia, chegando a registrar valores negativos, como o caso do WTI. Observa-se que a recuperação do petróleo é bem mais lenta em relação às outras *commodities*. A justificativa reside em uma recuperação demasiadamente lenta do consumo e demanda por combustíveis no mundo. Doravante, a especulação no mercado de óleo bruto não se mostrou capaz de superar a determinante da demanda real pelo produto. Cabe ressaltar ainda que as variações positivas começam a aparecer entre as *commodities* simultaneamente.

⁵ Açúcar e Café têm contratos futuros negociados na Intercontinental Exchange (ICE) de Nova York.

⁶ Soja e Milho são negociados na Chicago Board of Trade (CBOT).

DINÂMICA DOS PREÇOS DO PETRÓLEO NA PANDEMIA DO CORONAVÍRUS (2020-2022)

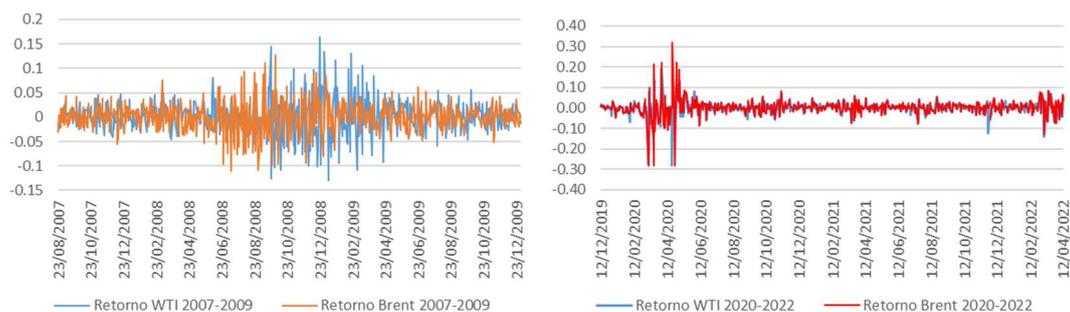
Gráfico 9 – Variação acumulada de preços de *commodities*: WTI, Brent, Açúcar, Café, Soja e Milho



Fonte: Adaptado de Bloomberg.

Agora, analisando a equação (1), que considera a volatilidade dos preços, nota-se uma correlação entre a volatilidade de petróleo somente entre o período de 2020 a 2022, totalizando 80,04%; enquanto a correlação no período de 2007 a 2009 é negativa e fraca, -1,45%. Evidencia-se que os maiores períodos de volatilidade na crise da COVID-19 concentraram-se do começo de 2020 até abril. Depois desse período, as variações ficam mais próximas de zero.

Gráfico 10 – Volatilidade dos preços WTI x Brent



Fonte: Adaptado de Bloomberg.

Por fim, como destacado na metodologia, construiu-se um índice de petróleo I_t onde ponderou-se o *share* dos contratos de WTI e Brent pelos preços, na equação (2). O I_t é de base=100 tendo como referência janeiro de 2007 e apresentou uma forte queda principalmente em 2020, no início da pandemia, quando registrou as mínimas do índice,

ficando em 21,62 no fim de abril de 2020, mesmo período em que o WTI registrou preços negativos na liquidação do contrato.

De acordo com o resumo estatístico apresentado na Tabela 5, na média, o volume de contratos de WTI é 87,44% maior do que o Brent, representando um *share* de 63,1% do volume do índice, enquanto o petróleo concorrente totaliza 36,9% do *share*. A média registrada do índice é de 121,42, inferior ao registro em maio de 2022, quando se situava em 170,71. A máxima do índice foi registrada em agosto de 2008, devido à uma forte elevação dos preços no dia, logrando a caso dos 238,52 pontos.

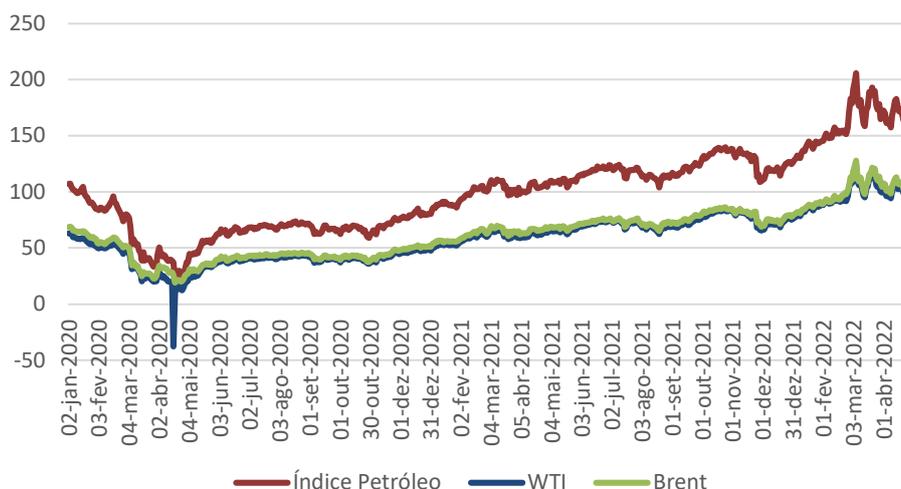
Tabela 5 – Estatísticas descritivas do volume de negociação, *share* de contratos e I_t

	<i>Volume WTI</i>	<i>Volume Brent</i>	<i>Total Volume</i>	<i>Share WTI</i>	<i>Share Brent</i>	<i>Índice Petróleo</i>
Média	370,926.906	197,886.936	568,813.842	0.631	0.369	121.422
Erro padrão	3,416.509	1,576.956	4,296.606	0.003	0.003	0.640
Mediana	320,029.500	195,661.000	496,352.000	0.658	0.342	115.760
Desvio padrão	212,922.799	98,278.647	267,771.993	0.173	0.173	39.896
Variância da amostra	45,336,118,25 4.501	9,658,692,45 2.966	71,701,840,00 0.660	0.030	0.030	1,591.704
Curtose	1.231	0.766	1.192	2.221	2.221	- 0.873
Assimetria	0.949	0.484	1.008	- 1.157	1.157	0.229
Intervalo	1,774,383.000	779,723.000	2,393,767.000	1.000	1.000	216.899
Mínimo	-	-	17,007.000	-	-	21.621
Máximo	1,774,383.000	779,723.000	2,410,774.000	1.000	1.000	238.520
Contagem	3,884.000	3,884.000	3,884.000	3,884.000	3,884.00 0	3,884.000

Fonte: Adaptado de Bloomberg.

O gráfico 11 apresenta a dinâmica do índice de petróleo durante a pandemia e, para efeitos comparativos, os preços dos produtos referenciados. Optou-se por limitar a data de início do gráfico em 2020 para demonstrar o impacto dos preços do tempo objeto de pesquisa.

Gráfico 11 – Índice de petróleo



Fonte: Adaptado de Bloomberg.

Nota-se, portanto, que a conjunção dos preços é bem similar. Decidiu-se também aprimorar a equação definida em (1) obtendo o desvio padrão (σ) logarítmico e multiplicando-o pela raiz quadrada de 252 dias úteis, como em Carvalho, Pavan e Hasegawa (2020). Essa nova medida será chamada de r_{it} do ativo i período t , expressa por:

$$r_{it} = \sigma \left(\ln(\Delta p_{i,t}) \right) * \sqrt{252} d.u \quad (3)$$

Com isso, a volatilidade do índice através da medida $r_{I,2020-2022}$ totalizou 0,7985, enquanto WTI e Brent obtiveram 0,7697 e 0,6312, respectivamente, no período de 2020 a 2022. Por fim, cabe ressaltar que as variações a partir de (3) são notavelmente elevadas, simbolizando uma alta volatilidade nos preços nas bolsas. A Tabela 6, por fim, demonstra que os preços na crise recente foram maiores do que na crise 2008.

Tabela 6 – Volatilidade ponderada pela raiz de 252 dias úteis (r_{it})

Ativo	Retorno		Δ
	Período		
	2007-2009	2020-2022	
Índice	0.4971	0.7985	0.3014
WTI	0.5095	0.7697	0.2602
Brent	0.4475	0.6312	0.1836

Fonte: Adaptado de Bloomberg.

Como I_t é construído a partir dos preços do óleo bruto, variações positivas ou negativas influenciarão o índice mais do que a conjunção do volume dos contratos.

Portanto, ressalta-se que a partir dos resultados que as quedas nos preços do petróleo durante a pandemia da COVID-19 foram devidas às grandes ingerências nas expectativas de consumo de combustíveis e queda generalizada da atividade econômica global. Porém, a recuperação dos preços a partir de maio de 2020 gerou importantes efeitos para a economia, principalmente sobre a inflação.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste artigo foi discutida a dinâmica dos preços de petróleo durante a crise do coronavírus. Os resultados demonstram que no período 2020 a 2022 os preços se mostraram muito mais voláteis do que nas crises anteriores, pois a demanda pelo produto foi fortemente abalada causando uma incerteza generalizada nos mercados financeiros. Entre um grupo seletivo de *commodities*, o WTI e Brent não são os que concentraram maior variação acumulada, mas são os que registraram maior variação negativa de janeiro a abril de 2020. A recuperação dos preços, apesar de ter sido rápida, foi mais lenta que a das outras *commodities*.

Instrumentalizou-se duas medidas de risco, a primeira delas refletiu apenas a variação logarítmica dos preços, tendo sido evidenciada alta oscilação nos primeiros meses da pandemia e depois uma suavização; durante a crise do *subprime*, a variação dos preços é concentrada justamente no ano da crise, mas persiste por alguns meses em 2009. Mesmo assim, a crise de 2020 denota maior volatilidade da série histórica de preços e do índice do que a crise de 2008, como identificado na segunda medida - que é ponderada pelo desvio padrão dos dias úteis. Isso denota que o grau de incerteza foi superior nos últimos dois anos, o que tornou urgente a ação das autoridades monetárias para reverter os rumos da crise.

Através do índice construído nesse trabalho, nota-se que as elevações dos preços são mais relevantes do que o *share* dos contratos para explicar as variações. Como o índice foi norteado pelos preços com base em 2007, as significativas altas em 2008, no limiar da crise, registraram a máxima histórica, enquanto a mínima foi em abril de 2020. Por fim, vale a pena notar que crise sanitária teve um impacto significativo nos preços do petróleo e, conforme o relaxamento das medidas restritivas foram acontecendo, a dinâmica dos preços voltou ao normal e, mais adiante, tornou-se passível de acríves via especulação.

REFERÊNCIAS

AHMED, K.; ZAIN, M.; NOOR, A.; ALSAADI, A.; MILHEM, M.; AHMAD, A. **The Impact of Macroeconomic Variables on Commodity Futures Prices: An Evidence from Malaysian Crude Palm Oil Futures.** European Journal of Molecular & Clinical Medicine, Volume 07, Issue 06, 2020.

ALBUQUERMELLO, Vinicius.; et al. **Previsão do preço nominal do Petróleo Brent: existe modelo ótimo?** Revista da ANPEC Sul, 2017.

ALTIMIR, O; BECCARIA, L; ROZADA, M.G. **La distribución del ingreso en Argentina, 1974-2000.** Revista de la CEPAL, n.78 dezembro de 2002, p. 55-85.

BAUMEISTER, C.; KILIAN, L. **Understanding the decline in the price of oil since June 2014.** Journal of the Association of Environmental and Resource Economists, University of Chicago Press Chicago, IL, v. 3, n. 1, p. 131–158, 2016.

BORÇA JR, Gilberto; FILHO, Ernani. **Analisando a crise do subprime.** REVISTA DO BNDES, RIO DE JANEIRO, V. 15, N. 30, P. 129-159, DEZ. 2008.

BRITISH PETROLEUM. **Statistical Review of World Energy.** Disponível em: <<https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>>. Acesso em: 01 abr. 2022.

BUYUKSAIN, Bahattin; HAIGH, Michael; ROBE, Michel. **Our findings are consistent with the notion that commodities continue to provide benefits to equity investors in terms of portfolio diversification.** The Journal of Alternative Investments, November 2009.

CARNEIRO, Ricardo. **Desenvolvimento em crise: a economia brasileira no último quarto do século XX.** São Paulo: Editora UNESP, IE – UNICAMP, 2002.

CARVALHO, João; PAVAN, Lucca; HASEGAWA. **Transmissões de volatilidade de preços entre Commodities agrícolas brasileiras.** Rev. Econ. Sociol. Rural 58 (3), 2020.

CAVALCANTE, M. **Sobre os preços de referência, tipos de mercado e hedging.** Apresentação de Slides, In Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás, curso Preços do Petróleo Evolução Histórica e Perspectivas de Longo Prazo, 14 a 17 de agosto, Rio de Janeiro, 2007.

CAVALCANTI, Tiago; JALLES, João Tovar. **Macroeconomic effects of oil price shocks in Brazil and in the United States.** Applied Energy, Elsevier, vol. 104(C), pgs. 475-486.

CESPEDES, Luis Felipe; VELASCO, Andres. **Macroeconomic Performance During Commodity Price Booms and Busts.** IMF Economic Review, 60(4): 570-99, 2012.

CHARI, V; CHRISTIANO, L. **Financialization in Commodity Markets.** NBER Working Paper No. w23766, setembro de 2017. Acesso em: 28 abr. 2022.

CHEN, Shu-Ling; JACKSON, John D.; KIM, Hyeongwoo; RESIANDINI, Pramesti. **What drives commodity prices?** Auburn University Department of Economics Working Paper Series, AUWP 2010-05, Article in American Journal of Agricultural Economics, January 2012.

CHENG, Ing-Haw; XIONG, Wei. **Financialization of commodity markets.** Annu. Rev. Financ. Econ., v. 6, n. 1, p. 419-441, 2014.

CLAYTON, Blake; SEGAL, Adam. **Addressing Cyber Threats to Oil and Gas Suppliers.** Council on Foreign Relations, June 2013.

CLUBLEY, Sally. **Trading in oil futures and options.** Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 1998.

FOGLIA, M., ANGELINI, E. **Volatility connectedness between clean energy firms and crude oil in the COVID-19 era.** Sustainability 12, 9863, 2020.

GARDEBROEK, C; HERNÁNDEZ, M. A.; ROBLES, M. **Market interdependence and volatility transmission among major crops.** IFPRI Discussion Paper 01344, 2014.

GHARIB, Cheima; MEFTEH-WALI, Salma; jabeur, Sami Bem. **The bubble contagion effect of COVID-19 outbreak: Evidence from crude oil and gold markets.** Finance Research Letters, Jan 2022, 38, 101703.

JL, Q; FAN, Y. **How does oil price volatility affect non-energy commodity markets?** Applied Energy, 2011.

KALDOR, Nicholas. **Speculation and Economic Stability.** The Review of Economic Studies, Vol 7, No 1, p 1-27 (1939).

KHARLAMOV, Ruslan; FLASSBECK, Heiner. **Commodity financialization (and Why It Matters).** American Affairs, published November 20, 2019. Disponível: <<https://americanaffairsjournal.org/2019/11/commodity-financialization-and-why-it-matters/>>. Acesso em: 5 mai. 2022.

LESSA, A. C. M. **Instabilidade e mudanças: os condicionantes históricos da política externa brasileira sob Geisel (1974-1979).** 1997. 10 f. Tese (Doutorado) - Curso de História das Relações Internacionais, Universidade de Brasília, Brasília, 1997. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/5248>. Acesso em: 06 abr. 2022.

LIMA, L. A. de O. **Crise do petróleo e evolução recente da economia brasileira.** 1977. Disponível em: Acesso em: 13 mar. 2022.

_____. **Equilíbrio macroeconômico nos anos 80 e 90 (Brasil, Argentina, Chile e México).** Easp/FGV/NPP – Núcleo de Pesquisas e Publicações – Relatório de Pesquisa nº 15/1997.

MACROTRENDS. **Crude Oil Prices – 70 year historical chart.** Disponível em: <<https://www.macrotrends.net/1369/crude-oil-price-history-chart>>. Acesso em: 10 abr. 2022.

NIKITPOULOS, Christina. **Determinants of the crude oil futures curve: Inventory, consumption and volatility.** In: Journal of Banking and Finance, 84, July 2017.

OZON, R. H. **Determinantes dos preços do petróleo no mercado internacional: uma análise empírica utilizando modelos GARCH.** Face em Revista (Cessou em 2006. Cont. ISSN 1981-9293 Uniuv em Revista), v. 11, p. 249-288, 2008.

REBOREDO, J.C. **Is there dependence and systemic risk between oil and renewable energy stock prices?** Energy Econ. 48, 32–45, 2015.

RIBEIRO, C. G.; SENE, T. S.; NETO, H. B. **A oscilação do preço do petróleo: uma análise sobre o período entre 2010-2015.** Belo Horizonte, ISSN 2317-773X, v.6 n.1 (2018), p.87 – 106.

SHOUSHA, Samer. **Macroeconomic Effects of Commodity Booms and Busts: The Role of Financial Frictions.** In: XVIII Seminário Anual de Metas de Inflação do BCB, 2016. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/pec/depep/Seminarios/2016_XVIII_Sem_Anual_Metas_Inf_BCB/S_METASXVIII-%20Samer%20Shousha.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2022.

SILVÉRIO, Renan Pinheiro. **O papel da esfera financeira no processo de determinação dos preços do petróleo no mercado internacional: uma análise de price discovery dos mercados Brent e WTI no período 1990-2011.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). 2012.

SOLOMON, Robert. **O sistema monetário internacional 19745-1976.** Rio de Janeiro: Zahar, 1979.

TAGHIZADEH-HESARY, Farhad; YOSHINO, Naoyuki. **Macroeconomic effects of oil price fluctuations on emerging and developed economies in a model incorporating monetary variables.** ADBI Working Paper, No. 546, 2015.

TANG, C.F., et al. **Energy consumption and economic growth in Vietnam.** Renew. Sustain. Energy Rev. 2016;54:1506–1514.

WORKING, Holbrook. **The Theory of Price Storage.** The American Economic Review, Vol 39, No 6, p.1254-1262, 1949.

YERGIN, D. **The prize: the epic quest for oil, money and power.** Estados Unidos: Simon & Schuster, 1990.

_____. **O petróleo: Uma história mundial de conquistas, poder e dinheiro.** Rio de Janeiro: Paz & Terra, 2012.

YU, Yang; GUO, SongLin; CHANG, XiaoChen. **Oil prices volatility and economic performance during COVID-19 and financial crises of 2007–2008.** In: Resources Policy 75 (2022) 102531.

ZAVALETA-VÁZQUEZ, Osmar; ARENAS, Laura. **Futures contract implementation and the impact on commodity spot price volatility: evidence from Latin America.** International Journal of Bonds and Derivatives, vol. 2 No.3, 2016.