



RBT

REVISTA BRASILEIRA
DE TRANSPORTES

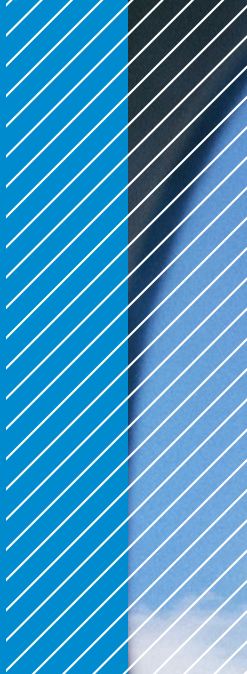
BRAZILIAN TRANSPORT JOURNAL

V.3
N.2

DEZ
2023



 **FGV TRANSPORTES**



A **Revista Brasileira de Transportes - RBT** é uma publicação para difusão científica, bilíngue, com periodicidade semestral, vinculada ao **FGV Transportes**, centro de estudos e pesquisas em transportes, logística e mobilidade urbana da **FGV**. Para publicação na **RBT**, serão considerados artigos inéditos, que não devem estar sob avaliação de outro periódico, mesmo que em outro idioma, com a exceção de trabalhos apresentados em anais de congressos. O acesso ao conteúdo da **RBT** é aberto, sem cobrança de qualquer valor pecuniário para submissão ou publicação. Visite a plataforma da **RBT** e submeta o seu artigo:
<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rbt/index>.





The **Brazilian Transport Journal (Revista Brasileira de Transportes - RBT)** is a bilingual scientific journal, published every six months, linked to the **FGV Transportes**, centre for studies and research in transport, logistics and urban mobility at the **Getulio Vargas Foundation (FGV)**. Only unpublished papers will be considered by the **RBT** journal; they should not be under assessment by any other periodical, nor be written in any language other than Portuguese and English, except for papers presented in congress proceedings. Access to **RBT** content is open, with no fees charged for either submission or publication. Visit the **RBT** platform and submit your article: <http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rbt/index>.

REVISTA BRASILEIRA DE TRANSPORTES - RBT

PUBLICAÇÃO DO CENTRO DE ESTUDOS FGV TRANSPORTES
FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS - FGV

EQUIPE EDITORIAL

EDITOR CHEFE:

Marcus Vinícius Quintella Cury
FGV Transportes, Brasil.

EDITOR EXECUTIVO:

Marcelo Prado Sucena
FGV Transportes, Brasil.

EDITORES TEMÁTICOS:

Alan Ricardo da Silva
Universidade de Brasília - UNB, Brasil.

Álvaro Fernando de Oliveira Costa
Faculdade de Engenharia da
Universidade do Porto - FEUP, Portugal.

Cassia Bömer Galvão
Universidade do Texas A&M Campus
Galveston, EUA.

Fariya Sharmeen
KTH Royal Institute of Technology -
Stockholm, Suécia.

Gustavo Riente de Andrade
Infraplan Consulting, EUA.

Javier Aldecoa
Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid,
Espanha.

José Carlos Amorim
Instituto Militar de Engenharia - IME, Brasil.

José Eugênio Leal
Pontifícia Universidade Católica - PUC-
Rio, Brasil.

Kent Gourdin
College of Charleston, EUA.

Luiz Antonio Silveira Lopes
Instituto Militar de Engenharia - IME, Brasil.

Luiz Eduardo Brandão
Pontifícia Universidade Católica - PUC-
Rio/IAG, Brasil.

Nick Vyas
University of Southern California
(USC), EUA.

Patrícia Regina Pinheiro Sampaio
Fundação Getúlio Vargas - FGV Direito,
Brasil.

Priscila Laczynski de Souza Miguel
Fundação Getúlio Vargas - FGV Celog/
EAESP, Brasil.

Respício Antonio do Espírito
Santo Jr.
Universidade Federal do Rio de Janeiro -
UFRJ/POLI, Brasil.

Rômulo Orrico
Universidade Federal do Rio de Janeiro -
UFRJ/COPPE, Brasil.

Vânia Barcellos Gouvêa Campos
Instituto Militar de Engenharia - IME, Brasil.

AVALIADORES CIENTÍFICOS AD HOC:

Altair dos Santos Ferreira Filho
Instituto Militar de Engenharia - IME, Brasil.

Amir Mattar Valente
Universidade Federal de Santa
Catarina - UFSC - PPGTG, Brasil.

Aurélio Lamare Soares Murta
Universidade Federal Fluminense -
UFF - Departamento de Administração,
Brasil.

Bruno Vieira Bertoncini
Universidade Federal do Ceará/DET,
Brasil.

Camila Belleza Maciel Barreto
Universidade Federal de Santa
Catarina - UFSC - LabTrans, Brasil.

Carlos Eduardo Sanches de
Andrade
Universidade Federal de Goiás/
Faculdade de Ciências e Tecnologia,
Brasil.

Carlos Manuel Taboada Rodriguez
Universidade Federal de Santa
Catarina/Departamento de Engenharia
de Produção e Sistemas - Brasil.

Cassiano Augusto Isler
Universidade de São Paulo/USP -
Departamento de Engenharia de
Transportes, Brasil.

Cintia Isabel de Campos
Universidade Federal de Goiás/
Faculdade de Ciências e Tecnologia -
Brasil.

Eduardo Lobo
Universidade Federal de Santa
Catarina - UFSC - PPGTG, Brasil.

Enilson Medeiros
Universidade Federal de Pernambuco -
UFPE, Brasil.

Francisco Heber Lacerda de
Oliveira
Universidade Federal do Ceará/DET,
Brasil.

Léo Tadeu Robles
Universidade Federal do Maranhão -
UFMA, Brasil.

Leonardo Herszon Meira
Universidade Federal de Pernambuco -
UFPE, Brasil.

Liedi Legi Bariani Bernucci
Universidade de São Paulo/USP, Brasil.

Luciana Marques Vieira
Fundação Getúlio Vargas/EAESP,
Brasil.

Newton Narciso Pereira
Universidade Federal Fluminense/DEP,
Brasil.

Orivalde Soares da Silva Júnior
Instituto Militar de Engenharia - IME,
Brasil.

Orlando Cattini Júnior
Fundação Getúlio Vargas/EAESP, Brasil.

Paulo Afonso Lopes
Instituto Militar de Engenharia - IME,
Brasil.

Peter Fernandes Wanke
Universidade Federal do Rio de Janeiro
- UFRJ/COPPEAD, Brasil.

Renata Maré
Universidade de São Paulo - USP/
Escola Politécnica - Instituto Mauá de
Tecnologia, Brasil.

Richard Magdalena Stephan
Universidade Federal do Rio de Janeiro
- UFRJ/COPPE/POLI, Brasil.

Rosângela dos Santos Motta -
Universidade de São Paulo/USP/EP/
PTR, Brasil.

Susana Carla Farias Pereira
Fundação Getúlio Vargas/EAESP, Brasil.

Thiago Guilherme Péra
Universidade de São Paulo - USP/
ESALQ-LOG, Brasil.

APOIO ADMINISTRATIVO:

Valdélia Brito -
FGV Transportes, Brasil

REVISÃO GRAMATICAL E ORTOGRÁFICA:

Jeferson Dantas, Brasil

TRADUÇÃO E REVISÃO DE INGLÊS:

Patrícia Tate, Brasil

DIAGRAMAÇÃO:

Bruno Masello e
Carlos Quintanilha, Brasil

REVISTA BRASILEIRA DE TRANSPORTES - RBT / FGV TRANSPORTES

Rua Barão de Itambi 60 / 805 -
Botafogo - Rio de Janeiro - RJ
- Brasil

Cep: 22231-000

Submissão de artigos:

[http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/
index.php/rbt/about/submissions](http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rbt/about/submissions)

E-mail:
rbt@fgv.br

Os conceitos, metodologias, métodos, técnicas e propostas expressas
nos artigos publicados na RBT são de inteira responsabilidade de seus autores,
não representando necessariamente a posição institucional da FGV.

Permitida a reprodução total ou parcial dos artigos, desde que mencionada a fonte.

BRAZILIAN TRANSPORT JOURNAL - RBT

PUBLICATION OF THE FGV TRANSPORTES STUDY CENTER
GETULIO VARGAS FOUNDATION - FGV

EDITORIAL TEAM

EDITOR IN CHIEF:

Marcus Vinícius Quintella Cury –
*Getulio Vargas Foundation - FGV
Transport, Brazil.*

EXECUTIVE EDITOR:

Marcelo Prado Sucena –
*Getulio Vargas Foundation - FGV
Transport, Brazil.*

THEME EDITORS:

Alan Ricardo da Silva
University of Brasília - UNB, Brazil.

Álvaro Costa
*Faculty of Engineering of the
University of Porto - FEUP, Portugal.*

Cassia Bömer Galvão
*Texas A&M University, Galveston
Campus, USA.*

Fariya Sharmeen
*KTH Royal Institute of Technology -
Stockholm, Sweden.*

Gustavo Riente de Andrade
Infraplan Consulting, USA.

Javier Aldecoa
*Official College of Architects of
Madrid, Spain.*

José Carlos Amorim
Military Engineering Institute - IME, Brazil.

José Eugênio Leal
*Pontifical Catholic University - PUC-
Rio, Brazil.*

Kent Gourdin
College of Charleston, USA.

Luiz Antonio Silveira Lopes
Military Engineering Institute - IME, Brazil.

Luiz Eduardo Brandão
*Pontifical Catholic University - PUC-
Rio, Brazil.*

Nick Vyas
*University of Southern California
(USC), USA.*

Patrícia Regina Pinheiro Sampaio
Getulio Vargas Foundation - FGV, Brazil.

Priscila Laczynski de Souza Miguel
Getulio Vargas Foundation - FGV, Brazil.

Respício Antonio do Espírito
Santo Jr.
*Federal University of Rio de Janeiro -
UFRJ, Brazil.*

Rômulo Orrico
*Federal University of Rio de Janeiro -
UFRJ, Brazil.*

Vânia Barcellos Gouvêa Campos
Military Engineering Institute - IME, Brazil.

SCIENTIFIC REVIEWERS AD HOC:

Altair dos Santos Ferreira Filho
*Military Engineering Institute - IME,
Brazil.*

Amir Mattar Valente
*Federal University of Santa Catarina -
UFSC, Brazil.*

Aurélio Lamare Soares Murta
*Federal Fluminense University - UFF,
Brazil.*

Bruno Vieira Bertoncini
*Federal University of Ceará - UFC,
Brazil.*

Camila Belleza Maciel Barreto
*Federal University of Santa Catarina -
UFSC, Brazil.*

Carlos Eduardo Sanches de
Andrade
*Federal University of Goiás - UFG,
Brazil.*

Carlos Manuel Taboada
Rodríguez
*Federal University of Santa Catarina -
UFSC, Brazil.*

Cassiano Augusto Isler
University of São Paulo - USP, Brazil.

Cintia Isabel de Campos
*Federal University of Goiás - UFG,
Brazil.*

Eduardo Lobo
*Federal University of Santa Catarina -
UFSC, Brazil.*

Enilson Medeiros
*Federal University of Pernambuco -
UFPE, Brazil.*

Francisco Heber Lacerda de
Oliveira
*Federal University of Ceará - UFC,
Brazil.*

Léo Tadeu Robles
*Federal University of Maranhão -
UFMA, Brazil.*

Leonardo Herszon Meira
*Federal University of Pernambuco -
UFPE, Brazil.*

Liedi Legi Bariani Bernucci -
*University of São Paulo
USP, Brazil.*

Luciana Marques Vieira
*Getulio Vargas Foundation - FGV,
Brazil.*

Newton Narciso Pereira
*Federal University Fluminense- UFF,
Brazil.*

Orivalde Soares da Silva Júnior
*Military Engineering Institute - IME,
Brazil.*

Orlando Cattini Júnior
*Getulio Vargas Foundation - FGV,
Brazil.*

Paulo Afonso Lopes
*Military Engineering Institute
IME, Brazil.*

Peter Fernandes Wanke
*Federal University of Rio de Janeiro -
UFRJ, Brazil.*

Renata Maré
University of São Paulo - USP, Brazil.

Richard Magdalena Stephan
*Federal University of Rio de Janeiro -
UFRJ, Brazil.*

Rosângela dos Santos Motta
University of São Paulo - USP, Brazil.

Susana Carla Farias Pereira
*Getulio Vargas Foundation - FGV,
Brazil.*

Thiago Guilherme Péra
University of São Paulo - USP, Brazil.

ADMINISTRATIVE SUPPORT:

Valdélia Brito –
FGV Transportes, Brasil

PORTUGUESE SPELLING AND GRAMMAR REVIEW:

Jeferson Dantas, Brasil

REVISION AND ENGLISH TRANSLATION:

Patrícia Tate, Brasil

LAYOUT AND FINISHED ARTWORK:

Bruno Masello e
Carlos Quintanilha, Brasil

BRAZILIAN TRANSPORT JOURNAL - RBT / FGV TRANSPORTES

Barão de Itambi Street, 60 / 805
floor, Botafogo, Rio de Janeiro, RJ.
Brazil, Postal Code 22231-000

Submissions:

[http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/
index.php/rbt/about/submissions](http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rbt/about/submissions)

E-mail:

rbt@fgv.br

The concepts, methods, methodologies, techniques and proposals expressed
in the articles published in the RBT are the sole responsibility of their authors,
and do not necessarily represent the institutional position of FGV.

Total or partial reproduction of articles is allowed, provided the source is mentioned.

IMPACTOS DA POLÍTICA DE MUDANÇA DE PREÇOS DA PETROBRAS NA ECONOMIA BRASILEIRA:

Uma análise do Preço de Paridade da Importação (PPI) e suas implicações.

Danilo Fontenel Wimmer

Gláucia Fernandes Vasconcelos
UFRJ/COPPEAD

RESUMO

Este estudo analisa os impactos na inflação brasileira da política de preços da Petrobras adotada em 2017, mais especificamente a transição para a política do Preço de Paridade da Importação (PPI) em resposta a mudanças abruptas nos preços do petróleo bruto West Texas Intermediate (WTI). Usando o Modelo de Autoregressão Vetorial (VAR), observamos que a política de preços da Petrobras e o PPI exerciam um papel significativo na transferência das flutuações de preço do petróleo para a inflação. Antes do PPI, as intervenções do governo se esforçavam em refrear a inflação, com impactos positivos na inflação após a sua adoção. As constatações ressaltam a relevância de se reavaliar a política de preços da Petrobras em 2023 visando salvaguardar os interesses da empresa e reforçar a estabilidade econômica da nação. Este estudo contribui para discussões sobre as políticas de combustível no Brasil e o quanto elas afetam de modo significativo o setor de transporte.

Palavras-chave: Inflação, choques de oferta, preços das commodities, política de preços da Petrobras, setor de transporte.

ABSTRACT

This study examines the impacts on Brazilian inflation of the Petrobras price policy adopted in 2017, more specifically the transition to the Import Parity Price (IPP) policy in response to abrupt changes in West Texas Intermediate (WTI) crude oil prices. Using the Vector Autoregression Model (VAR), it is observed that the Petrobras price policy and the IPP, played significant roles in transferring oil price fluctuations to inflation. Prior to the IPP, government interventions strove to curb inflation, with positive impacts on inflation after its adoption. The findings highlight the relevance of reevaluating the Petrobras price policy in 2023 in order to safeguard the company's interests and underpin the nation's economic stability. This study contributes to discussions on fuel policies in Brazil and how significantly they affect the transport sector.

Keywords: Inflation, supply shocks, commodity prices, Petrobras price policy, transport sector.

1. INTRODUÇÃO

Este artigo investiga as recentes variações nos preços da Petrobras resultantes de sua mudança para o Preço de Paridade da Importação (PPI) em 2017. As flutuações nos preços da Petrobras tinham sido constantemente criticadas nos últimos anos, fazendo com que a empresa repensasse e alterasse a sua abordagem em 2023.

Para compreender o contexto da política de preços da Petrobras, é essencial acompanhar sua progressão ao longo dos anos. Sua política de preços era historicamente caracterizada pela intervenção estatal e o estabelecimento de preços controlados pelo governo. Embora esta abordagem pretendesse refrear a inflação, em geral ela levava a distorções no mercado e perdas significativas para a Petrobras, que vendia os combustíveis a preços abaixo dos custos de produção e do mercado internacional, como comprovado por Almeida (2015).

Esta abordagem mudou em 2017, quando a Petrobras introduziu a Política do Preço de Paridade da Importação (PPI). O PPI vinculava os preços do combustível no mercado brasileiro aos preços internacionais dos produtos de petróleo, inclusive o petróleo bruto WTI e as flutuações da moeda. De acordo com Dos Santos (2021), esta política de preços se baseava inteiramente na paridade internacional/importação, reajustada pelas variações da taxa de câmbio USD/BRL e pela volatilidade internacional dos preços do petróleo bruto. Isso sinalizava

um desvio significativo da intervenção estadual, tentando alinhar os preços nacionais com as flutuações do mercado de petróleo global.

Os impactos do PPI na economia brasileira têm sido um tópico de discussão constante desde o seu início. De acordo com Ferreira (2019), o setor de transporte rodoviário de carga estava pressionando o governo federal para que introduzisse controles nos preços do diesel. Esse resultado está diretamente ligado à nova política de preços estabelecida pela Petrobras em 2017. Seus efeitos se intensificaram após a pandemia e a invasão da Ucrânia, devido aos graves impactos dos preços do combustível nas cadeias de produção do Brasil.

Existe uma discussão recente sobre a mudança da política de preços atual, em particular porque a política de preços da Petrobras deveria levar em conta vários fatores. Isso inclui flutuações da taxa de câmbio e do mercado internacional de petróleo, oscilações do mercado (como a desaceleração econômica causada pela pandemia da COVID-19) e questões geopolíticas como a invasão da Ucrânia. Além disso, deveria se considerar a capacidade de serviço do mercado brasileiro e os efeitos potenciais sobre a sua economia, especificamente em termos da inflação.

Este estudo pretende fornecer informações substanciais que podem enriquecer os diálogos explorando as opções da política de preços do

combustível e as atualizações no contexto brasileiro. Além disso, ele se empenha em contribuir de forma significativa ao saber acadêmico e à esfera pública através de uma análise minuciosa da política de preços da Petrobras. Ele pretende oferecer insights valiosos nas suas implicações para a economia brasileira e sua taxa de inflação, com o objetivo de mapear o caminho que a Petrobras pretende adotar em sua nova política de preços em 2023, com base nas lições aprendidas do PPI e seus efeitos econômicos.

Paralelo a isso, este artigo também se empenha em fornecer uma perspectiva inovadora sobre como o preço do petróleo bruto WTI por barril impactou a inflação brasileira, antes e depois da adoção do PPI pela Petrobras. Com base nisso, foi criado um modelo VAR com pelo menos treze outras variáveis, bem como o

Índice de Preço ao Consumidor Ampliado (IPCA) e o WTI, que podem causar impacto na inflação brasileira.

Em consequência disso, foram gerados choques de oferta, com evidentes efeitos de amortecimento na inflação devido a variações no preço do petróleo bruto por barril antes da sua adoção. Após a adoção do PPI, o efeito oposto ficou visível, com um impacto positivo de 0,10% na inflação, mantendo seu efeito durante pelo menos doze meses.

Após esta introdução, a Seção 2 apresenta a revisão da literatura. A Seção 3 descreve a metodologia do Modelo de Autoregressão Vetorial usado neste trabalho. A Seção 4 resume as constatações deste estudo. A conclusão é apresentada na Seção 5.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Política de preços da Petrobras

A política de preços do combustível fóssil no Brasil e as incertezas decorrentes produziram discussões entre muitas partes envolvidas políticas e privadas. No início dos anos 2010, uma política de preços do combustível fóssil destacada dos preços internacionais foi implantada para refrear a inflação. Em consequência, os preços do combustível permaneceram relativamente baixos em comparação com os padrões internacionais. O controle do preço da gasolina estava associado a este novo paradigma, que defendia a maior intervenção do governo na economia a partir de 2004 através de políticas específicas do setor. Nesse contexto, a Petrobras foi convocada para refrear as crescentes taxas de inflação de 2011 até 2014, durante a primeira administração de Dilma Rousseff. A implantação da

Petrobras como uma ferramenta de política foi ampliada pelo fato de que a gigante do petróleo estatal detinha um monopólio virtual no refino e na distribuição de combustíveis fósseis no Brasil (Ferreira, 2019).

Esses impactos econômicos negativos debilitaram sua capacidade de investimento, diminuindo o apelo dos investimentos privados no segmento downstream do setor petrolífero brasileiro. Houve, então, uma evidente necessidade de elaborar uma nova política de preços do petróleo e avaliar as lições aprendidas das experiências internacionais para a situação brasileira, em termos das política de preços do produto de petróleo (Almeida, 2015).

Em 2017, a Petrobras anunciou a implantação de uma nova política de

preços baseada no Preço de Paridade da Importação (PPI). Esta abordagem divergia principalmente devido a ajustes mais frequentes, respondendo a flutuações nas taxas de câmbio e nos preços internacionais do petróleo.

Entre aqueles a favor do PPI, os argumentos giravam entre uma concorrência nacional mais acirrada e a atração de investimentos. Também foi ressaltado que esta política garantia a segurança do abastecimento, uma vez que 30% do consumo do Brasil dependia das importações de produtos de petróleo. Em um comunicado, o diretor de refino e gás natural da Petrobras, Jorge Celestino, declarou que a empresa estava perdendo a participação no mercado devido aos crescentes fluxos de entrada dos produtores de petróleo pelos importadores (Furno, 2022).

A despeito de ser autossuficiente na produção de petróleo, essa gigante estatal do petróleo começou a usar o PPI como uma referência de abastecimento do mercado nacional, o que significava que a volatilidade dos preços do petróleo globais causaria um impacto direto nos preços nacionais. A Petrobras começou a funcionar, considerando todos os produtos de petróleo consumidos no mercado nacional como se fossem importados, o que resultou nos preços locais sendo diretamente influenciados pelas cotações internacionais e pelos custos de internalização, sujeitos às taxas de câmbio.

A partir de 2023, a empresa anunciou que sua política de preços continuaria a estar ancorada no Preço de Paridade da Importação (PPI). Contudo, o modelo seria internamente revisado pela empresa, que buscava ajustes menos frequentes às variações da taxa de câmbio e dos preços internacionais do petróleo. Esta nova estratégia possivelmente atrairá uma tentativa de equilibrar a vantagem competitiva no mercado nacional com a

necessidade de acompanhar as flutuações globais do preço, assim garantindo a sustentabilidade operacional da empresa em um contexto internacional dinâmico e desafiador.

Embora tenha sido dada muita atenção aos impactos econômicos diretos da transição para a política do PPI, também ocorreu um notável efeito cascada no setor de transporte. Esta mudança nos preços do combustível levou a alterações logísticas significativas, influenciando os custos do transporte e a eficiência operacional.

De acordo com Ferreira (2019), o contexto da política de combustível aumentou aos poucos os custos de despacho, gerando instabilidade nesse setor, uma vez que os preços do diesel são um componente importante nos custos variáveis do transporte rodoviário no Brasil. O governo brasileiro estabeleceu uma política de preços mínimos do frete, em resposta às demandas de motoristas de caminhão em greve em maio de 2018. Esta greve foi provocada pelos sucessivos aumentos no preço do diesel, em paralelo às flutuações no mercado internacional. Além de estimular os custos, os aumentos quase diários dos preços causaram instabilidade, tornando a tomada de decisão bem mais desafiadora.

2.2 Análise do modelo econômico

A importância do relacionamento entre a política de preços da Petrobras e a inflação no Brasil é vital para os efeitos dessas políticas na economia da nação. Estudos prévios usaram modelos econométricos, como o Modelo de Autoagressão Vetorial (VAR) e o Modelo Vetorial de Correção de Erros (VECM), para explorar essas dinâmicas.

De acordo com Christopher Sims (1980), o modelo VAR, uma extensão do Modelo de Autoagressão (AR), permite que sejam modeladas em conjunto inúmeras

variáveis, fornecendo flexibilidade para a análise de uma série de variáveis simultaneamente, oferecendo sensibilidades e inferências na dinâmica que possam surgir em uma economia. Além disso, como mencionado pelo Banco Central do Brasil (BACEN) (2010), este modelo é principalmente utilizado por esta instituição para prever e calcular os impactos sobre a inflação.

O estudo de Carrara (2020) concentrou-se na análise de como os choques de oferta impulsionados pelos preços das commodities afetaram a inflação no Brasil. Ele também investigou a eficácia da política monetária da nação em resposta a esses impactos. Usando o Método de Autoregressão Vetorial com Correção de Erros (VEC), Carrara constatou que a inflação no Brasil tinha um componente de indexação significativo, mas que também era influenciada por expectativas do seu mercado, assim como pelo comportamento dos preços da oferta, que exerce alguma influência nas expectativas da inflação.

Outro estudo pertinente conduzido por Stockl (2017) buscou analisar os efeitos dos choques nas commodities, medidos pelo Índice do Commodity Research Bureau (CRB) e pelo Índice Brasileiro de Commodities (IC-Br), sobre a dinâmica da inflação no Brasil desde janeiro de 2005 até dezembro de 2013. Usando os Modelos de Autoregressão Vetorial (VAR), as constatações desse estudo sugeriram que os aumentos líquidos nos preços de commodity causam impactos

positivos na inflação.

Um estudo mais recente conduzido por Nazareno (2023) tentou medir e analisar como os choques nos preços internacionais do petróleo, taxas de juros e taxas de câmbio influenciaram a inflação brasileira de 2002 até 2021. Usando uma abordagem econométrica com um Modelo de Correção de Erros (VEC), esse estudo identificou que todas as variáveis apresentavam uma transmissão assimétrica para a inflação brasileira, indicando que os aumentos nos preços do petróleo e nas taxas de câmbio eram transmitidos com maior intensidade.

Usando diferentes modelos e abordagens, esses estudos econométricos forneciam insights valiosos dos relacionamentos entre os preços de commodity (especialmente o petróleo) e a dinâmica da inflação no Brasil, destacando a complexidade das interações entre essas variáveis e seus impactos na economia nacional.

Esta revisão da literatura ressalta o relacionamento entre a política de preços da Petrobras e a inflação no Brasil, dando ênfase à importância de novas análises para um entendimento melhor dessa dinâmica. Há lacunas que devem ser preenchidas, em especial através de estudos que investigam os impactos mais recentes (após 2023) dessas políticas na economia brasileira e as ramificações das mudanças anunciadas pela Petrobras para sua política de preços.

3. METODOLOGIA E DADOS

A metodologia usada neste trabalho está organizada em quatro seções. A primeira seção descreve o Modelo de Autoregressão Vetorial (VAR), que foi usado nesse estudo para avaliar o impulso e o efeito da resposta. A segunda seção descreve o conjunto de dados usado para representar as variáveis do modelo. A terceira seção descreve o teste de raiz unitária realizado em todas as variáveis do modelo para avaliar a estacionaridade das séries. A quarta seção detalha os testes conduzidos para a determinação do número de lags para cada modelo VAR.

3.1 O modelo

Para investigar os impactos da política de Preço de Paridade da Importação (PPI) na inflação brasileira, foi usado o Modelo de Autoregressão Vetorial (VAR). A escolha desse modelo se baseia em sua capacidade de capturar relacionamentos interdependentes entre as variáveis, especialmente eficaz na avaliação do impacto dos choques estocásticos em um sistema econômico.

O VAR foi inicialmente proposto por Christopher Sims (1980) como uma extensão do Modelo de Autoagressão (AR), permitindo a modelização conjunta de múltiplas variáveis. A flexibilidade do VAR permite a análise simultânea de uma série de variáveis, fornecendo sensibilidades e influências na dinâmica que pode emergir em uma economia. De acordo com Carrara (2020), esse modelo lida com movimentos contemporâneos das variáveis, assim permitindo a

identificação dos parâmetros do modelo e dos choques estruturais.

Uma análise quantitativa foi conduzida para correlacionar os impactos do repasse do preço do petróleo bruto por barril West Texas Intermediate (WTI) para o Índice Nacional de Preços ao Consumidor do Brasil (IPCA). Esse método se baseia nos sistemas de equação simultânea que capturam a existência de relacionamentos interdependentes entre variáveis. Esse modelo é amplamente usado pelo Banco Central do Brasil (BACEN), principalmente para a previsão e o cálculo do impacto da inflação, como divulgado por esta instituição (2010).

Nos últimos anos, esta metodologia tem sido amplamente empregada para analisar a economia e os efeitos das inúmeras variáveis relacionadas a commodities na inflação brasileira. Por exemplo, Stockl (2017) e Carrara (2020) usaram índices de commodity para estimar o seu efeito nas expectativas do Índice de Preço ao Consumidor Ampliado (IPCA).

Através dos choques de oferta, este estudo tenta averiguar se o índice WTI contribuiu para intensificar as variações do IPCA depois da adoção do PPI. Para fazer isso, ele usa a Equação 1 do modelo VAR em sua forma estrutural, representada com a seguinte notação de matriz de ordem p de n variáveis:

$$X_t = A_0 + \sum_{i=1}^p A_i X_{t-i} + \varepsilon_t \quad (1)$$

Onde X_t é um vetor de k variáveis, A_0 é um vetor de termos independentes, $\sum_{i=1}^p A_i$ são matrizes de coeficiente e ε_t é o vetor de distúrbios não correlacionados e temporalmente aleatórios.

Com base nisso, o termo X_t pode ser considerado um vetor das variáveis envolvido pelos seguintes termos, que serão apresentados no estudo:

- **IPCA:** Índice Nacional de Preços ao Consumidor Ampliado (IPCA) – % da variação mensal.
- **WTI:** Preço por barril do petróleo bruto West Texas Intermediate, servindo como uma referência para o preço internacional de diferentes tipos de petróleo. Nesse caso, ele é avaliado pelo preço FOB (Livre no Embarque), excluindo das despesas de frete e seguro.
- **Taxa de câmbio:** A Taxa de Câmbio Livre em dólares dos EUA, considerando a taxa de venda média mensal.
- **IPCA futuro:** Inflação cumulativa esperada para os próximos doze meses – % da variação – em média.
- **PIB mensal:** PIB mensal em valores correntes (R\$ milhões), que será usado para o cálculo do Hiato do Produto.
- **Ibovespa:** O Índice da Bolsa de Valores de São Paulo (IBOVESPA) a preços mensais de fechamento.
- **IPP:** Índice de Preços ao Produtor (IPP) – Indústria de Transformação de Produtos Alcoólicos: índice (dezembro de 2013 = 100).
- **IC-BR (Índice Brasileiro de Commodities):** Preços de commodities em reais – média mensal das cotações do índice diárias.
- **Taxa de desemprego – PNADC:** Percentual de pessoas desempregadas em comparação com a força de trabalho.
- **Indicador da Produção (2022=100):** Indicador do nível da produção industrial, dados com ajuste sazonal.
- **Exportações de produtos:** Exportações de produtos – mercadorias em geral – balanço de pagamentos – mensalmente – US\$ (milhões).
- **Importações de produtos:** Importações de produtos – mercadorias em geral – balanço de pagamentos – mensalmente – US\$ (milhões).
- **Necessidades de financiamento do setor público:** Necessidades de financiamento do setor público sem desvalorização da moeda (% PIB) – fluxo de ano para ano – resultado primário – Total – setor público consolidado.
- **Indicador de Custo de Crédito (ICC):** Custo médio das operações de crédito compreendendo o empréstimo, o financiamento e a carteira de leasing das instituições financeiras no Sistema Financeiro Nacional.
- **Taxas de juros média nas operações de crédito – Total:** Taxa de juros média de novas operações de crédito contratadas no período de referência no Sistema Financeiro Nacional.
- **Dívida das unidades familiares com o Sistema Financeiro Nacional como um percentual da renda dos últimos doze meses (RNDBF):** Ônus da dívida – Relacionamento entre o valor do serviço da dívida esperado com o Sistema Financeiro Nacional e a renda mensal de unidades familiares, em uma média móvel trimestral. Além disso, o Banco Central publica os ônus da dívida com ajuste sazonal.

Algumas das variáveis selecionadas foram derivadas do estudo dos choques de oferta do preço do commodity na inflação, conforme apresentado por Carrara e Barros (2020), junto com as variáveis usadas na atual política monetária

formulada por Bogdanski, Tombini e Werlang (2000).

Há algumas diferenças entre esses estudos com respeito às variáveis escolhidas para este modelo de estudo. A primeira diferença é a inclusão do WTI, do IPP e das variáveis do IC-BR, substituindo o índice de preços do Commodity Research Bureau (CRB), para gerar mais solidez ao envolver mais variáveis que possam causar impacto na inflação e na medição do indicador de preços principal do barril de petróleo no IPP.

A segunda diferença tem relação com o aspecto da produtividade da mão de obra, em que o Indicador de Produção foi adicionado além da variável da taxa de desemprego da população brasileira. A terceira diferença envolve a inclusão de indicadores da importação e da exportação de produtos do Brasil, substituindo a variável do valor em dólares das importações de produtos dos países da OCDE. A quarta diferença foi a inclusão de mais variáveis relacionadas ao setor financeiro, como ICC, taxa de juros nas operações de crédito e Dívida Residencial, assim introduzindo mais variáveis deste setor na equação que representem possíveis efeitos nas taxas de inflação. A quinta e última diferença foi a exclusão da taxa do Sistema Especial de Liquidação

e Custódia (SELIC) e a medida de desvio das expectativas da inflação do alvo, com inclusão da inflação esperada para os próximos doze meses e o Índice Ibovespa.

3.2 Variáveis e fontes dos dados

Os dados de séries temporais foram obtidos de instituições como Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Yahoo Finance e o Banco Central do Brasil, cobrindo o período de janeiro de 2013 até dezembro de 2022, como descrito na Tabela 1.

O período selecionado foi escolhido devido à disponibilidade de um conjunto de dados históricos completo e confiável para todas as variáveis econômicas pertinentes durante esse período para o modelo utilizado. Além disso, essa escolha é justificada pelo fato de que, desde janeiro de 2023, o governo anunciou mudanças significativas na política de preços da Petrobras, resultando em uma alteração fundamental em como eram abordadas as variações de custo da empresa. Esse cronograma, então, permitirá uma análise precisa das condições e implicações econômicas da política de preços anterior, bem como um entendimento melhor das mudanças subsequentes que afetarão o contexto econômico e a inflação no Brasil.

Tabela 1: Variáveis usadas

Nome	Descrição	Fonte
P	Índice Nacional de Preços ao Consumidor Ampliado (IPCA) – % da variação mensal	BACEN - Série 433
Wti	Preço do petróleo bruto West Texas Intermediate por barril (FOB)	Ipeadata
C	Taxa de Câmbio Livre em dólares dos EUA (venda) – média mensal	BACEN - Série 3698
Pfut	IPCA futuro – Inflação cumulativa esperada para os próximos 12 meses – % da variação – média	Ipeadata
Pib	PIB Mensal em valores correntes (R\$ milhões)	BACEN - Série 4380
Ibov	Ibovespa – Fechamento do mês	Yahoo Finance
Ipp	Índice de Preços ao Produtor (IPP) - Setor de Transformação do Produto de Petróleo e Alcool: índice (dezembro de 2013 = 100)	Ipeadata
Icbr	Média mensal das cotações diárias do índice IC-Br (Índice de Commodities do Brasil)	BACEN - Série 29042
Txd	Taxa de desemprego – Percentual de pessoas desempregadas em comparação com a força de trabalho	BACEN - Série 24369
prod	Indicador do nível da produção industrial, dados com ajuste sazonal	BACEN - Série 28503
exp	Exportações de Produtos – Balanço de Pagamentos – mensalmente – US\$ (milhões)	BACEN - Série 22711
imp	Importações de Produtos – balanço de pagamentos – mensalmente – US\$ (milhões)	BACEN - Série 22712
nsfp	NSFP sem desvalorização da taxa de câmbio (% do PIB) – Fluxo cumulativo para o exercício – Resultado primário – Total – Setor público consolidado	BACEN - Série 5507
icc	Custo médio das operações de crédito incluído no empréstimo, financiamento e carteira de leasing das instituições financeiras integradas ao Sistema Financeiro Nacional	BACEN - Série 25351
txcred	Taxa de juros média sobre novas operações de crédito contratadas no período de referência no Sistema Financeiro Nacional	BACEN - Série 20714
endiv	Compromisso do serviço de dívida – Coeficiente entre os pagamentos esperados para o serviço de dívida com o Sistema Financeiro Nacional e a renda mensal de unidades familiares, em uma média móvel trimestral. Além disso, o Banco Central publica os da renda com ajuste sazonal	BACEN - Série 29037

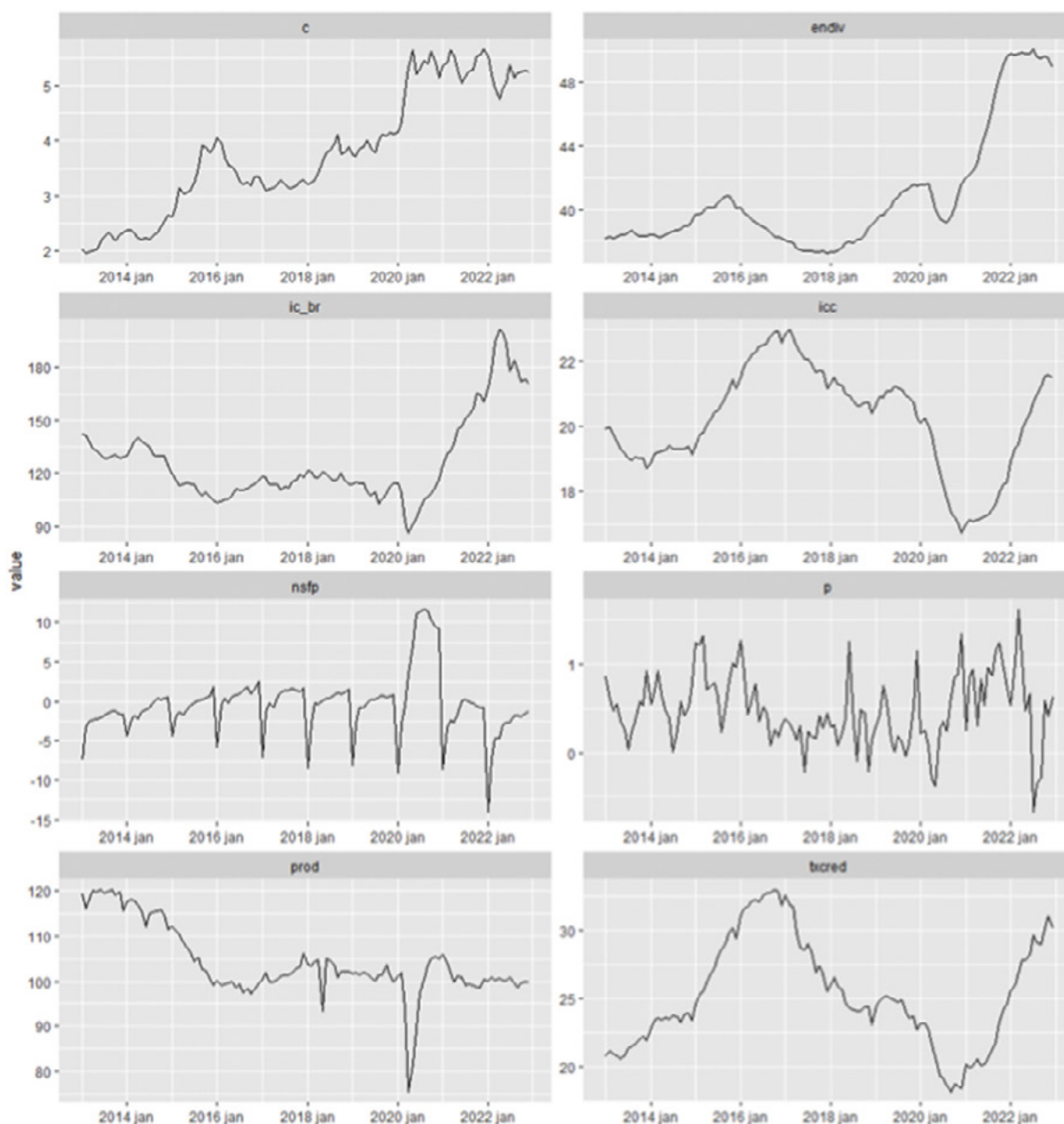
Fonte: Preparado pelo autor, usando dados do BACEN (2023), Ipeadata (2023) e Yahoo Finance (2023).

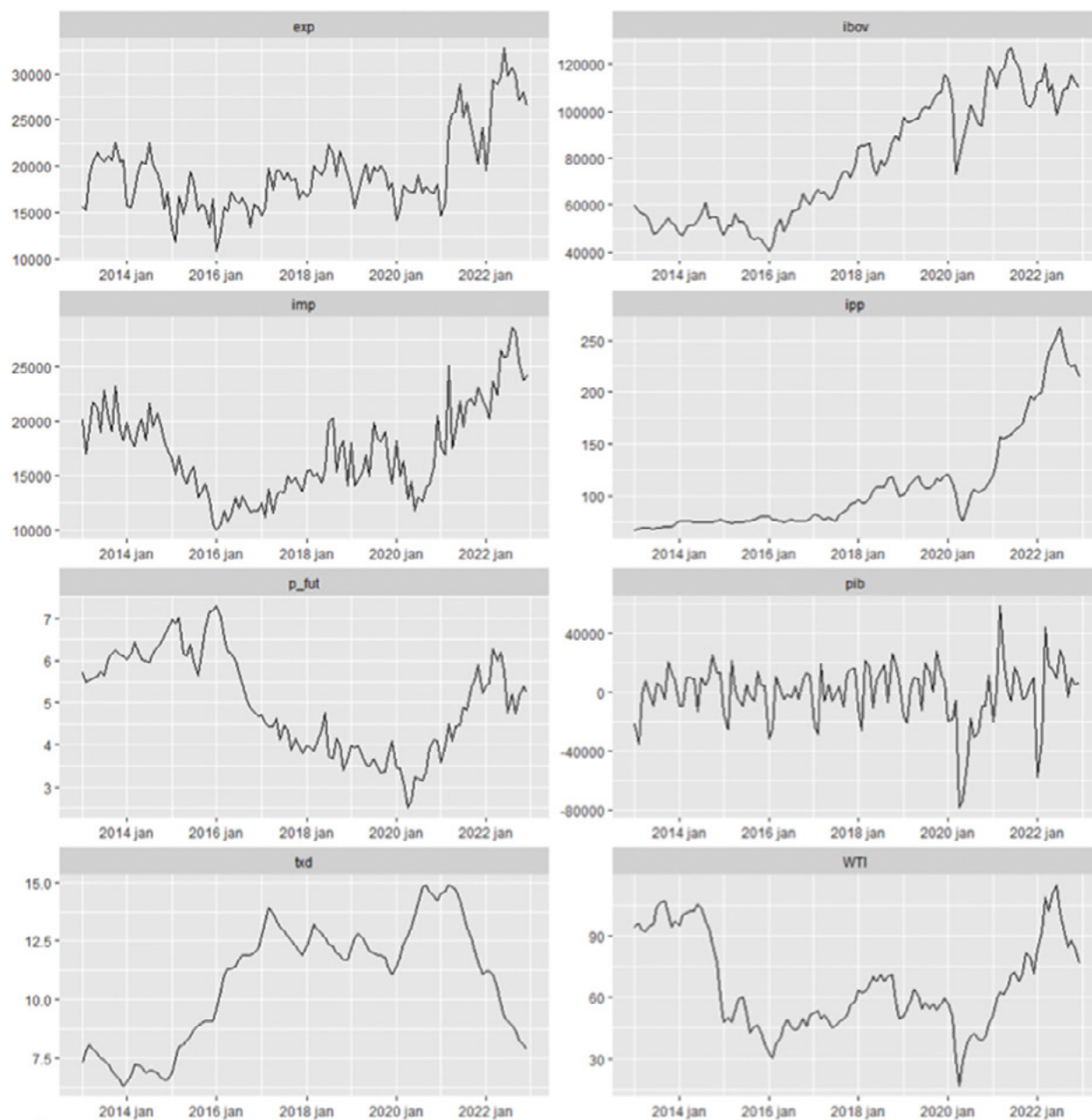
Continuando com a visualização dos dados apresentados acima, temos a série histórica de todas as variáveis do modelo para o período selecionado, visando observar as tendências de cada uma delas.

Essas representações gráficas (Figura 1) das séries temporais para as variáveis oferecem uma contextualização mais evidente da análise econômica. Elas

também reforçam as constatações do modelo VAR, fornecendo um entendimento mais amplo do comportamento dessas variáveis e suas interações ao longo do tempo, bem como eventos atípicos ou piques no curto prazo que podem indicar momentos de alta volatilidade nos preços do petróleo, variações da taxa de câmbio ou mudanças nas taxas da inflação

Figura 1: Série temporal para variáveis do modelo.





Fonte: Preparado pelo autor

A estatística descritiva das variáveis está apresentada na Tabela 2. Esta tabela fornece uma visão resumida de suas características básicas (mínimo, máximo, média, variância e desvio padrão). De acordo com Medri (2011), a estatística

descritiva ajuda na percepção, avaliação e quantificação da variabilidade em tabelas e gráficos derivados de conjuntos de dados que sintetizam valores, buscando resumos mais claros e abrangentes das variações nas variáveis.

Tabela 2: Estatística descritiva

Variáveis	Mín.	Máx.	Média	Variância	Desvio padrão
p	-0,68	1,62	0,49	0,16	0,41
wti	16,55	114,84	65,82	514,10	22,67
c	1,97	5,65	3,78	1,25	1,12
p _{fut}	2,50	7,29	4,99	1,39	1,18
pib	398.093,60	867.745,20	589.817,30	13.675.780.697	116.943,5
ibov	40.406,00	126.802,00	78.460,84	662.242.170,15	25.734,07
ipp	68,30	262,34	109,58	2.405,86	49,05
ic _{br}	86,43	201,43	126,50	571,03	23,90
txd	6,30	14,90	10,78	6,53	2,56
prod	75,40	120,40	104,24	61,22	7,82
exp	10.876,00	32.723,90	19.355,38	18.405.454,51	4.290,16
imp	10.010,90	28.618,90	17.185,27	17.694.276,95	4.206,46
nsfp	-14,09	11,63	-0,45	15,23	3,90
icc	16,73	22,98	20,18	2,57	1,60
txcred	18,15	32,99	25,26	15,71	3,96
endiv	37,25	50,09	40,78	14,44	3,80

Fonte: Preparado pelo autor

A matriz de correlação para as variáveis é apresentada na Tabela 3, ressaltando os relacionamentos lineares preliminares entre elas. Essa análise inicial permite um

entendimento preliminar da estrutura de dados e a identificação de padrões possíveis que podem influenciar os resultados do modelo VAR.

Tabela 3: Matriz de correlação

	p	WTI	c	p_fut	pib	ibov	ipp	ic_br	txd	prod	exp	imp	nsfp	icc	txcred	endiv
P	1,00	0,07	0,06	0,51	0,11	-0,02	0,07	0,20	-0,12	0,19	-0,09	0,01	-0,10	-0,34	-0,11	0,19
Wti	0,07	1,00	-0,28	0,38	0,31	0,01	0,34	0,75	-0,59	0,63	0,58	0,76	-0,42	-0,28	-0,22	0,30
C	0,06	-0,28	1,00	-0,43	-0,12	0,81	0,72	0,26	0,61	-0,71	0,40	0,20	0,21	-0,32	-0,12	0,70
p_{fut}	0,51	0,38	-0,43	1,00	0,18	-0,60	-0,10	0,31	-0,75	0,50	-0,04	0,14	-0,32	0,01	0,30	0,09
Pib	0,11	0,31	-0,12	0,18	1,00	0,06	0,20	0,27	-0,12	0,27	0,40	0,36	-0,03	0,06	0,13	0,09
Ibov	-0,02	0,01	0,81	-0,60	0,06	1,00	0,76	0,40	0,58	-0,47	0,55	0,42	0,02	-0,35	-0,31	0,64
Ipp	0,07	0,34	0,72	-0,10	0,20	0,76	1,00	0,80	0,16	-0,35	0,79	0,67	-0,21	-0,20	0,03	0,93
ic_{br}	0,20	0,75	0,26	0,31	0,27	0,40	0,80	1,00	-0,27	0,14	0,78	0,81	-0,43	-0,26	0,01	0,78
Txd	-0,12	-0,59	0,61	-0,75	-0,12	0,58	0,16	-0,27	1,00	-0,69	-0,02	-0,34	0,33	0,00	-0,06	0,01
Prod	0,19	0,63	-0,71	0,50	0,27	-0,47	-0,35	0,14	-0,69	1,00	-0,07	0,29	-0,26	-0,26	-0,31	-0,32
Exp	-0,09	0,58	0,40	-0,04	0,40	0,55	0,79	0,78	-0,02	-0,07	1,00	0,79	-0,10	-0,25	-0,11	0,69
Imp	0,01	0,76	0,20	0,14	0,36	0,42	0,67	0,81	-0,34	0,29	0,79	1,00	-0,33	-0,43	-0,30	0,65
Nsfp	-0,10	-0,42	0,21	-0,32	-0,03	0,02	-0,21	-0,43	0,33	-0,26	-0,10	-0,33	1,00	-0,12	-0,20	-0,24
Icc	-0,34	-0,28	-0,32	0,01	0,06	-0,35	-0,20	-0,26	0,00	-0,26	-0,25	-0,43	-0,12	1,00	0,86	-0,27
Txcred	-0,11	-0,22	-0,12	0,30	0,13	-0,31	0,03	0,01	-0,06	-0,31	-0,11	-0,30	-0,20	0,86	1,00	0,05
Endiv	0,19	0,30	0,70	0,09	0,09	0,64	0,93	0,78	0,01	-0,32	0,69	0,65	-0,24	-0,27	0,05	1,00

Fonte: Preparado pelo autor

3.3 Procedimentos do teste de raiz unitária

Conforme conduzido no modelo Stockl (2017), foi apresentada a necessidade de empregar testes de raiz unitária para verificar a estacionaridade da série apresentada. Os testes de raiz unitária, a saber ADF (Dickey; Fuller,

1981), PP (Phillips; Perron, 1988) e KPSS (Kwiatkowski et al., 1992), foram utilizados. Esses testes foram realizados com uma constante e uma tendência. A determinação de quantas diferenças seriam necessárias se baseou na convergência dos resultados de mais de dois testes especificados, como demonstrado na Tabela 4.

Tabela 4: Testes de raiz unitária

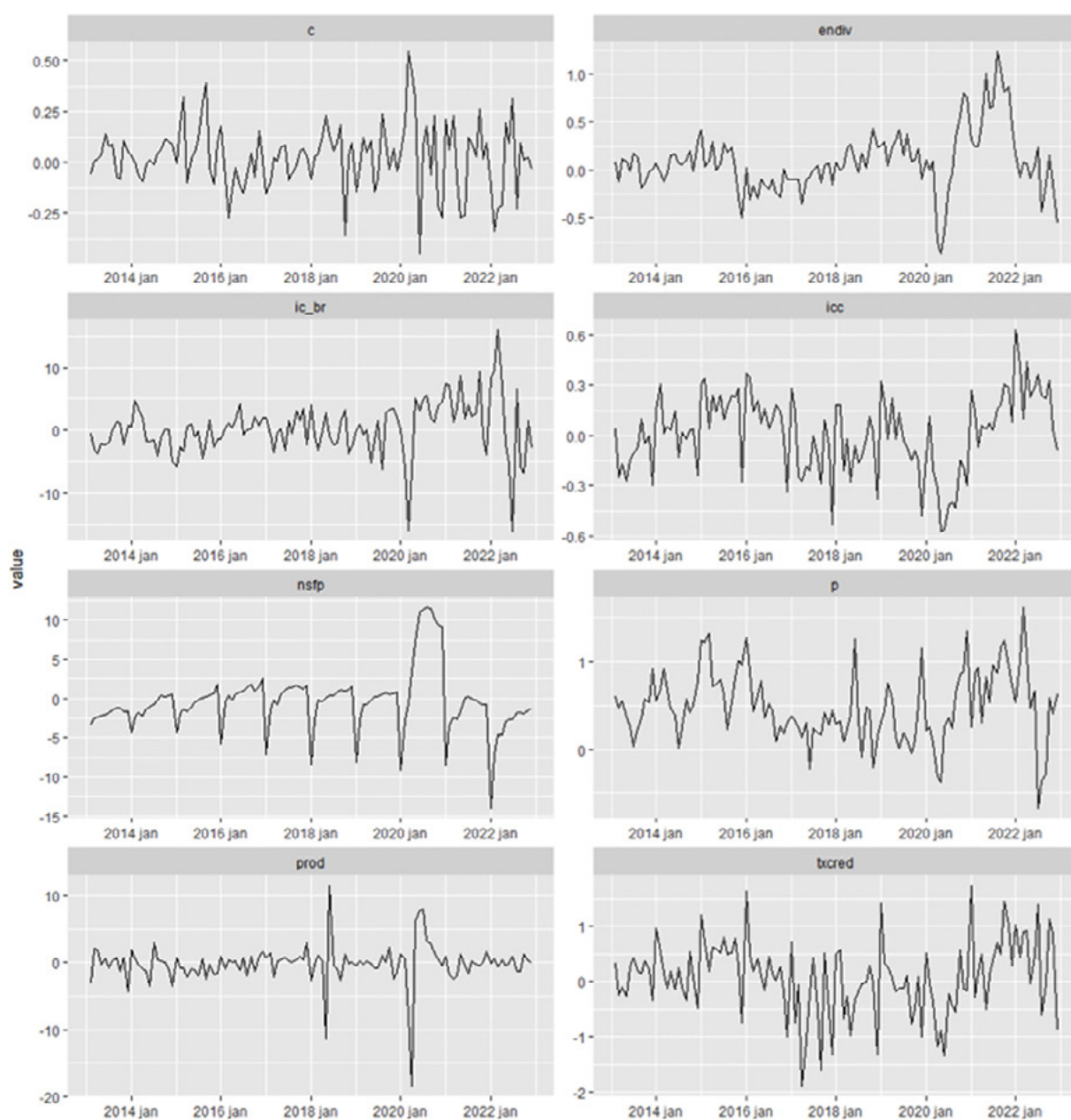
Variáveis	KPSS (Nível)	ADF (nível)	PP (Nível)	KPSS (Tendência)	ADF (Tendência)	PP (Tendência)	Diferença selecionada
P	0	0	0	1	0	0	0
Wti	1	1	1	1	1	1	1
C	1	1	1	1	1	1	1
P _{fit}	1	1	1	1	1	1	1
Pib	0	0	0	0	0	0	0
Ibov	1	1	1	1	0	1	1
Ipp	1	1	1	1	1	1	1
ic _{br}	1	1	1	1	1	1	1
txd	2	1	1	2	1	1	1
prod	1	1	1	1	1	1	1
exp	1	1	1	1	1	1	1
imp	1	1	1	1	1	1	1
nsfp	0	0	0	1	0	0	0
icc	1	1	1	2	1	1	1
txcred	1	1	1	2	1	1	1
endiv	2	1	1	1	2	1	1

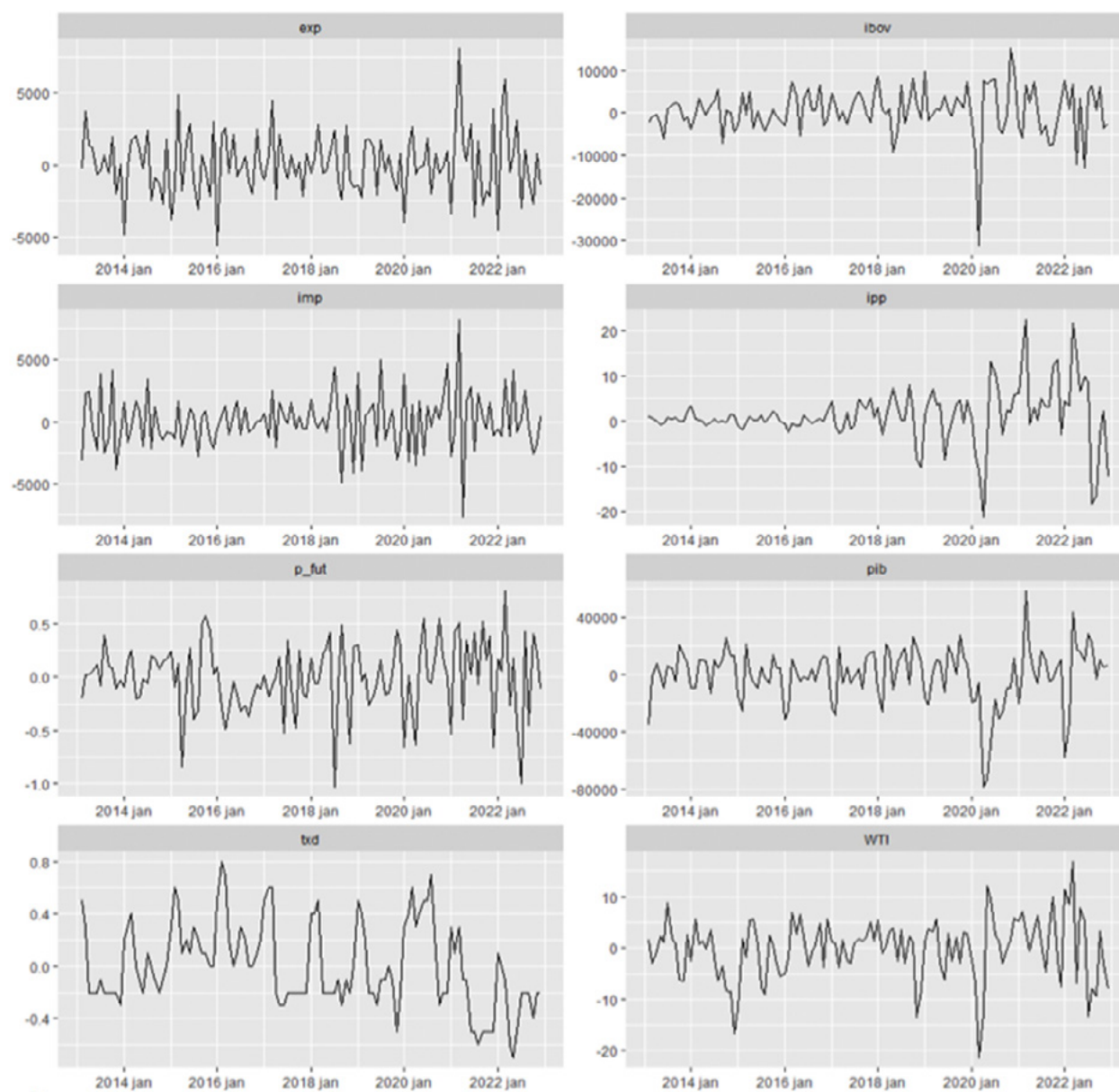
Fonte: Preparado pelo autor

Após a realização dos testes de raiz unitária para cada variável, como demonstrado na tabela acima, a maioria das séries foi usada na primeira

diferença. Para a visualização de cada uma, a Figura 2 (abaixo) foi construída com os novos valores de acordo com o lag escolhido.

Figura 2: Variáveis diferenciadas.





Fonte: Preparado pelo autor

3.4 Procedimentos de determinação da ordem do lag

Nessa parte do processo, dividimos o modelo VAR em dois períodos distintos – antes e depois da implantação do IPP (Índice de Preço ao Produtor) – para avaliar o efeito das variáveis com relação aos preços do petróleo bruto

na inflação brasileira. Após os testes de raiz unitária, um problema imediato é determinar o número de lags no modelo VAR. Isso é obtido quando se segue os critérios específicos da análise, a saber Akaike (AIC), Hannan-Quinn (HQ) e Schwarz (SC), conforme determinado com base no Pfaff (2008).

Tabela 5: Testes de determinação da ordem do lag do modelo

Modelos	AIC (n)	HQ (n)	SC (n)
VAR 1 (Pre-IPP)	2	2	2
VAR 2 (Post-IPP)	3	3	3

Fonte: Preparado pelo autor.

4. RESULTADOS DO CHOQUE DA OFERTA

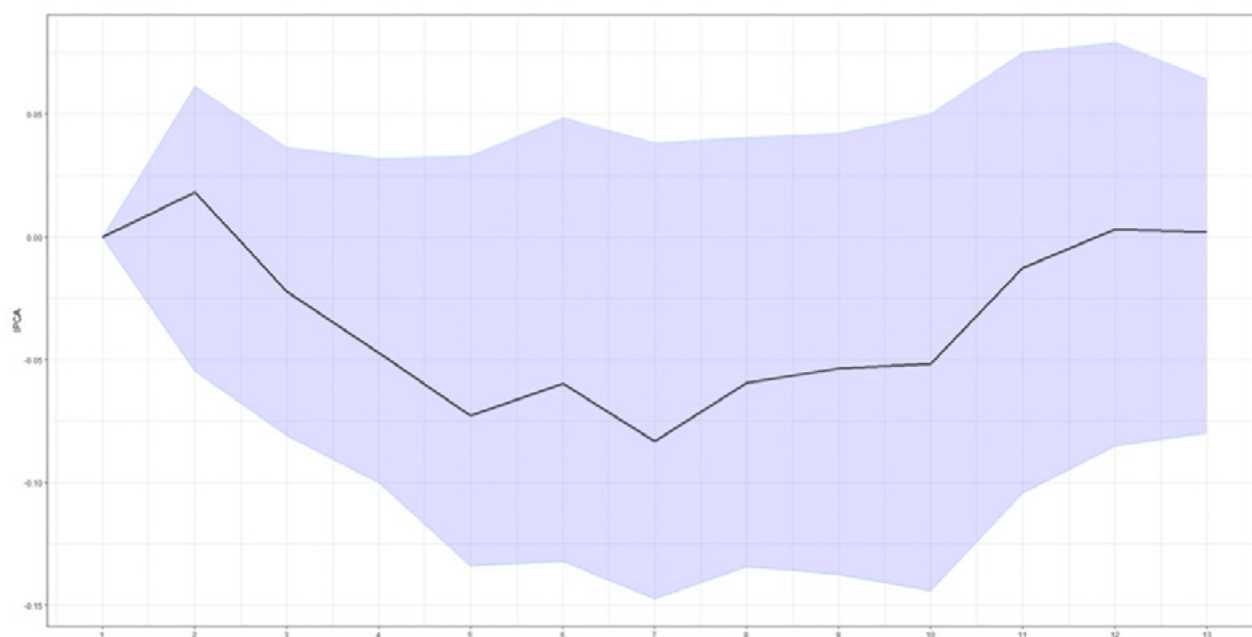
Para alcançar o objetivo proposto neste estudo, foram realizadas duas análises de choques de oferta em períodos distintos. Esses choques mostram como as mudanças na política de preços da Petrobras influenciavam a dinâmica da inflação no Brasil.

A Figura 3 apresenta o primeiro modelo VAR para o período de janeiro de 2013 até agosto de 2017, ou seja, antes do PPI. De início, é observada uma queda de quase -0,07% na inflação, em resposta às variações nos preços do petróleo bruto

WTI, retornando gradualmente aos níveis normais depois de doze meses.

De acordo com Ferreira (2019), a Petrobras foi convocada para controlar as taxas de inflação crescentes de 2011 até 2014. Esta dinâmica pode ser explicada pela intervenção do governo na política de preços da Petrobras durante aquele período, controlando os preços de combustível nacional e assim minimizando o repasse das flutuações internacionais para os consumidores brasileiros.

Figura 3: Modelo 1 do VAR (2013 – agosto de 2017).



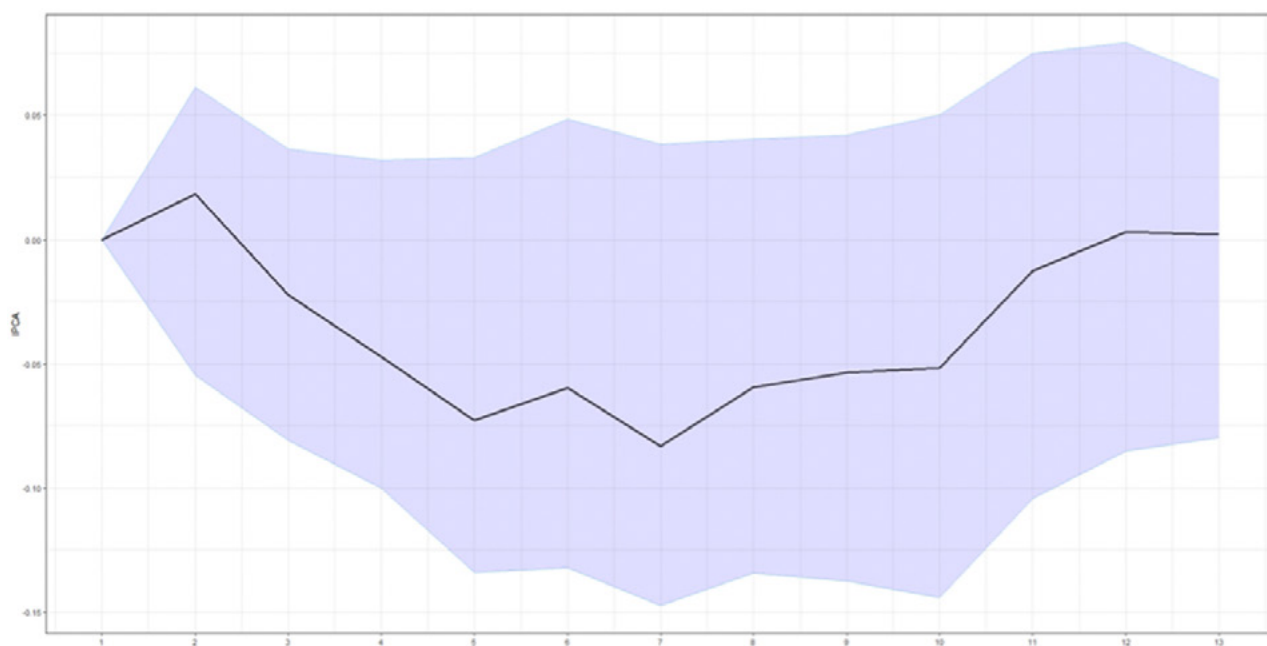
Fonte: Preparado pelo autor.

A Figura 4 apresenta o segundo modelo VAR cobrindo o período desde setembro de 2017 até dezembro de 2022, após a adoção da política de preços do PPI pela Petrobras. Nesse caso, observa-se um efeito contrário. Este contexto mostra um impacto positivo significativo de cerca de 0,10% na inflação com respeito aos preços do petróleo bruto WTI. Esta mudança pode ser explicada pela nova abordagem adotada pela Petrobras, alinhando os preços nacionais às flutuações globais do mercado. Em consequência disso,

as flutuações nos preços do petróleo bruto logo foram repassadas de forma mais rápida e direta para os preços do combustível no Brasil, afetando, com isso, a inflação.

Um estudo similar conduzido por Nazareno (2021) para o período entre 2002 e 2021 constatou que todas as variáveis mostravam transferências assimétricas para a inflação brasileira, com aumentos nos preços do petróleo e com as taxas de câmbio sendo passadas adiante mais intensamente.

Figura 4: Modelo 2 do VAR (2017-09 até 2022).



Fonte: Preparado pelo autor.

Esses resultados sugerem que a política de preços da Petrobras, junto com o sistema de precificação do PPI, exercia um papel significativo na transferência das variações nos preços do petróleo para a inflação brasileira. A adoção do PPI intensificou a sensibilidade dos preços nacionais para os choques de oferta do mercado internacional, tornando o Brasil mais suscetível a flutuações nos preços de commodities, como o petróleo.

Olhando o período sob análise, outros estudos sobre a política de preços da Petrobras exploram não somente o período entre 2017 e 2022. Contudo, nos trabalhos com séries temporais mais longas, os preços internacionais e as taxas de câmbio são evidentemente as variáveis com os maiores impactos sobre a inflação. De acordo com Nazareno (2021), eram esperados efeitos mais pronunciados dos preços internacionais do petróleo

sobre a inflação, com base na literatura econômica. Mas foi constatado que os aumentos tinham efeitos em cascata mais fortes do que as reduções, quando se levava em conta a decomposição da variância dos erros previstos.

Ao analisar o setor de transporte rodoviário de carga, Ferreira (2019) salientou que as crises nesse setor foram agravadas pelos preços crescentes do diesel e os investimentos pesados de capital nesse setor durante os anos anteriores, em particular as compras de caminhões. Assim, há duas tendências em termos de oferta e demanda: i) as taxas de frete caem com frotas maiores; e ii) flutuações mais amplas e maiores preços do diesel aumentam os custos do transporte e ajustam as margens de lucro. No intuito de abordar essa situação, o governo propôs novas políticas de intervenção no sistema de precificação, causando desequilíbrios na produtividade no setor.

5. CONCLUSÃO

Através do Modelo VAR, este estudo tenta determinar os impactos das mudanças na política de preços da Petrobras sobre a inflação brasileira e seus efeitos antes e depois da sua adoção. Usando essa metodologia e fazendo referência a outros trabalhos acadêmicos sobre esse tópico, este projeto de pesquisa é planejado para ser ampliado para um modelo com mais variáveis relacionadas à inflação, assim gerando uma função relacionada a impulsos correlacionada ao WTI e às variáveis do IPCA para os períodos estudados.

Ao avaliar os resultados das mudanças abruptas no Modelo VAR, esperava-se que, após a adoção do PPI pela Petrobras, o preço do petróleo bruto por barril causaria impactos no longo prazo na inflação. Observando as mudanças abruptas no modelo e os diferentes intervalos de tempo, houve um registro na inflação antes da adoção devido às variações do petróleo bruto, retornando aos níveis normais após doze meses. Depois de 2017, deu-se o efeito contrário, com um impacto de quase 0,10% na inflação relacionada aos preços do petróleo bruto por barril, mantendo esse efeito durante os meses subsequentes.

Diante desses desafios, a Petrobras foi forçada a reavaliar a sua política de preços. A mudança de 2023 indica a importância de uma abordagem mais abrangente e flexível na definição dos preços de combustível, tendo em vista a estabilidade econômica e amenizando os impactos sobre a inflação, com uma abordagem equilibrada para o setor de transporte rodoviário de carga.

A lição crucial aqui é que a política de preços do combustível deverá ser sensível a interações complexas entre fatores econômicos, políticos e geopolíticos. O futuro da política de preços da Petrobras deverá refletir essas lições aprendidas, esforçando-se para equilibrar a estabilidade dos preços com a proteção de seus interesses corporativos e a manutenção de sua capacidade de servir ao mercado nacional.

É sugerido que os estudos futuros possam avaliar novas variáveis dentro do modelo VAR e introduzir uma estrutura de custo ao modelo, à medida que os subsídios fiscais forem amplamente implantados para refrear a inflação durante 2022.

6. BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, EDMAR LUIS FAGUNDES DE; OLIVEIRA, PATRICIA VARGAS DE; LOSEKANN, Luciano. Impactos da contenção dos preços de combustíveis no Brasil e opções de mecanismos de precificação. *Brazilian Journal of Political Economy*, v. 35, p. 531-556, 2015.

Banco Central do Brasil (BACEN). Relatório de Inflação, Brasília, jun. de 2010. 2010.

Banco Central do Brasil (BACEN) – Time Series Management System.
Disponível em: <https://www3.bcb.gov.br/sgspub/localizarseries/localizarSeries.do?method=prepararTelaLocalizarSeries>. Acessado em: 15 de novembro de 2023.

BOGDANSKI, J.; TOMBINI, A. A.; WERLANG, S. R. C. Implementing inflation targeting in Brazil. Brasília: Banco Central do Brasil, jul. de 2000. 29 pág. (Série de documentos do trabalho, nº 1).

CARRARA, Aniela Fagundes; BARROS, Geraldo Sant’Ana de Camargo. Choques de oferta e política monetária na economia brasileira: uma análise do impacto dos preços das commodities na inflação entre 2002 e 2014. *Nova Economia*, v. 29, p. 757-794, 2020.

DICKEY, David A.; FULLER, Wayne A. Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root. *Econometrica: journal of the Econometric Society*, p. 1057-1072, 1981.

DOS SANTOS, Marival Matos. A política de preços dos combustíveis no Brasil antes e depois da flexibilização do monopólio estatal do mercado de petróleo. 2021.

FERREIRA, Marcelo Dias Paes; VIEIRA FILHO, J. E. R. Política de preços dos combustíveis. Diagnóstico e desafios da agricultura brasileira. Rio de Janeiro: Ipea, p. 207-226, 2019.

FURNO, Juliane; LEITE, Letícia Nunes Pereira. Na contramão da segurança energética: o refino e a política de preços da Petrobras sob os governos Temer e Bolsonaro. *Revista de Economia Política Internacional*, v. 21, nº 2, 2022.

HATANAKA, M. *Times-Series-Based Econometrics: unit roots and co-Integrations*. Nova York: Oxford University Press, 1996. 44 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2023. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/>. Acessado em: 15 de novembro de 2023.

IPEADATA. 2023. Disponível em: <http://www.ipeadata.gov.br/>. Acessado em: 15 de novembro de 2023.

KWIATKOWSKI, D.; PHILLIPS, P. C. B.; SCHMIDT, P.; SHIN, Y. Testing the null hypothesis of stationary against the alternative of a unit root. *Journal of Econometrics*, North-Holland, 54 (1-3): 159-178, 1992.

MEDRI, Waldir. *Análise exploratória de dados*. Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2011.

SIMS, Christopher A. Macroeconomics and reality. *Econometrica: journal of the Econometric Society*, p. 1-48, 1980.

STOCKL, Marcos; MOREIRA, Ricardo Ramalhet; GIUBERTI, Ana Carolina. O impacto das commodities sobre a dinâmica da inflação no Brasil e o papel amortecedor do câmbio: evidências para o CRB Índice e Índice de Commodities Brasil. *Nova Economia*, v. 27, p. 173-207, 2017.

PHILLIPS, Peter CB; PERRON, Pierre. Testing for a unit root in time series regression. *biometrika*, v. 75, nº 2, p. 335-346.

PFAFF, Bernhard. *Analysis of integrated and cointegrated time series with R*. Springer Science & Business Media, 2008.

NAZARENO, Maria Cristina de Meira. *Contribuição do preço internacional do petróleo e de variáveis macroeconômicas na inflação brasileira, 2002-2021*. 2023.

FERREIRA, Marcelo Dias Paes; VIEIRA FILHO, J. E. R. Política de preços dos combustíveis. *Diagnóstico e desafios da agricultura brasileira*. Rio de Janeiro: Ipea, p. 207-226, 2019.

IMPACTS OF PETROBRAS PRICE POLICY CHANGES ON THE BRAZILIAN ECONOMY: An Analysis of the Import Parity Price (IPP) and its Implications.

Danilo Fontenel Wimmer

Gláucia Fernandes Vasconcelos
UFRJ/COPPEAD

RESUMO

Este estudo analisa os impactos na inflação brasileira da política de preços da Petrobras adotada em 2017, mais especificamente a transição para a política do Preço de Paridade da Importação (PPI) em resposta a mudanças abruptas nos preços do petróleo bruto West Texas Intermediate (WTI). Usando o Modelo de Autoregressão Vetorial (VAR), observamos que a política de preços da Petrobras e o PPI exerciam um papel significativo na transferência das flutuações de preço do petróleo para a inflação. Antes do PPI, as intervenções do governo se esforçavam em refrear a inflação, com impactos positivos na inflação após a sua adoção. As constatações ressaltam a relevância de se reavaliar a política de preços da Petrobras em 2023 visando salvaguardar os interesses da empresa e reforçar a estabilidade econômica da nação. Este estudo contribui para discussões sobre as políticas de combustível no Brasil e o quanto elas afetam de modo significativo o setor de transporte.

Palavras-chave: Inflação, choques de oferta, preços das commodities, política de preços da Petrobras, setor de transporte.

ABSTRACT

This study examines the impacts on Brazilian inflation of the Petrobras price policy adopted in 2017, more specifically the transition to the Import Parity Price (IPP) policy in response to abrupt changes in West Texas Intermediate (WTI) crude oil prices. Using the Vector Autoregression Model (VAR), it is observed that the Petrobras price policy and the IPP, played significant roles in transferring oil price fluctuations to inflation. Prior to the IPP, government interventions strove to curb inflation, with positive impacts on inflation after its adoption. The findings highlight the relevance of reevaluating the Petrobras price policy in 2023 in order to safeguard the company's interests and underpin the nation's economic stability. This study contributes to discussions on fuel policies in Brazil and how significantly they affect the transport sector.

Keywords: Inflation, supply shocks, commodity prices, Petrobras price policy, transport sector.

1. INTRODUCTION

This paper investigates recent variations in Petrobras prices resulting from its switch to Import Parity Price (IPP) in 2017. Fluctuations in Petrobras prices have been subject to constant criticism in recent years, prompting the company to rethink and alter its approach in 2023.

To understand the context of the Petrobras price policy, it is essential to trace its progression over the years. Its pricing policy was historically characterised by state intervention and the establishment of government-controlled prices. Although this approach was intended to curb inflation, it often led to market distortions and significant losses for Petrobras, which sold fuels at prices below production costs and the international market, as evidenced by Almeida (2015).

This approach changed in 2017 when Petrobras introduced the Import Parity Price Policy (IPP). The IPP linked fuel prices on the Brazilian market to international oil product prices, including WTI crude and currency fluctuations. According to Dos Santos (2021), this price policy was based entirely on international/import parity, adjusted to USD/BRL exchange rate variations and international crude price volatility. This marked a significant departure from state intervention, attempting to align domestic prices with global oil market fluctuations.

The impacts of the IPP on the Brazilian economy have been a constant topic of

discussion since its inception. According to Ferreira (2019), the cargo road transport sector has been pressuring the federal government to introduce controls over diesel prices. This outcome is directly linked to the new pricing policy established by Petrobras in 2017. Its effects intensified after the pandemic and the invasion of Ukraine, due to severe impacts of fuel prices on the Brazil's production chains.

There is a recent discussion on changing the current pricing policy, particularly as the Petrobras price policy should take several factors into account. These include exchange rate fluctuations and international oil market, market swings (such as the economic downturn caused by the COVID-19 pandemic), and geopolitical issues such as the invasion of Ukraine. Additionally, it should consider the service capacity of the Brazilian market and potential effects on its economy, particularly in terms of inflation.

This study is intended to provide substantial information that can enrich dialogues exploring fuel price policy options and upgrades in the Brazilian context. Additionally, it strives to significantly contribute to academic knowledge and the public sphere through an in-depth analysis of the Petrobras price policy. It intends to offer valuable insights into its implications for the Brazilian economy and its inflation rate, with the goal of

charting the course that Petrobras intends to adopt in its new price policy in 2023, based on the lessons learned from the IPP and its economic effects.

In parallel, this paper also strives to provide a novel standpoint on how the WTI crude price per barrel impacted Brazilian inflation, before and after the adoption of the IPP by Petrobras. Based on this, a VAR model was constructed with at least thirteen other variables, as well as the Broad Consumer Price Index (IPCA) and the WTI, that may impact Brazilian inflation.

As a result, supply shocks were

generated, with clearly damping effects on inflation due to variations in the per-barrel crude price before its adoption. After the adoption of the IPP, the opposite effect is noticeable, with a positive impact of 0.10% on inflation, maintaining this effect for at least twelve months.

Following this introduction, Section 2 presents the literature review. Section 3 describes the methodology of the Vector Autoregression Model used in this work. Section 4 outlines the findings of this study. The conclusion is presented in Section 5.

2. LITERATURE REVIEW

2.1 Petrobras Price Policy

The fossil fuel pricing policy in Brazil and the resulting uncertainties have sparked discussions among many political and private stakeholders. In the early 2010s, a fossil fuel pricing policy detached from international prices was implemented to curb inflation. Consequently, fuel prices remained relatively low, compared to international standards. Gasoline price control was associated with this new paradigm, which advocated for increased government intervention in the economy, starting in 2004 through sector-specific policies. In this context, Petrobras was called upon to curb rising inflation rates from 2011 to 2014, during the first Rousseff Administration. The deployment of Petrobras as a policy tool was amplified by the fact that this state-owned oil giant held a virtual monopoly on refining and

distributing fossil fuels in Brazil (Ferreira, 2019).

These negative economic impacts undermined its investment capacity, dimming the appeal of private investments in the downstream segment of Brazil's oil industry. There was thus a clear need to devise a new oil product pricing policy and assess the lessons learned from international experiences for the Brazilian situation, in terms of oil product pricing policies (Almeida, 2015).

In 2017, Petrobras announced the implementation of a new price policy based on the Import Parity Price (IPP). This approach differed mainly through more frequent adjustments, responding to fluctuations in exchange rates and international oil prices.

Among those in favour of the IPP, arguments revolved around keener domestic competition and attracting investments. It was also stressed that this policy ensured supply security, as 30% of Brazil's consumption relied on oil product imports. In an announcement, Petrobras Refining and Natural Gas Director Jorge Celestino stated that the company was losing market share due to rising inflows of oil producers by importers (Furno, 2022).

Despite being self-sufficient in oil production, this state-owned oil giant began using the IPP as a domestic market supply reference, meaning that global oil price volatility and changes in the currency market would directly impact domestic prices. Petrobras started operating, considering all oil products consumed in the domestic market as if they were imported, resulting in local prices being directly influenced by international quotes and internalisation costs, subject to exchange rates.

Starting in 2023, the company announced that its price policy would continue to be anchored in the Import Parity Price (IPP). However, the model would be internally reviewed by the company, seeking less frequent adjustments to exchange rate variations and international oil prices. This new strategy will likely attempt to balance a competitive edge on the domestic market with the need to follow global price fluctuations, thus ensuring the company's operational sustainability in a dynamic and challenging international context.

While much attention has been paid to the direct economic impacts of the transition to the IPP policy, there has also been a notable ripple effect in the transport sector. The shift in fuel pricing has led to significant logistical changes, influencing transport costs and operating efficiency.

According to Ferreira (2019), the fuel

policy context ratcheted up shipping costs, generating instability in this sector, as diesel prices are an important component of road transport variable costs in Brazil. The Brazilian government established a minimum freight pricing policy, in response to the demands of striking lorry-drivers in May 2018. This strike was triggered by successive diesel price hikes, in parallel to fluctuations on the international market. In addition to pumping up costs, almost daily price increases caused instability, making decisions more challenging.

2.2 Economic Model Analysis

The importance of the relationship between the Petrobras price policy and inflation in Brazil is vital for the effects of these policies on the nation's economy. Previous studies have used econometric models, such as the Vector Autoregression Model (VAR) and the Vector Error Correction Model (VECM), to explore these dynamics.

According to Christopher Sims (1980), the VAR model, as an extension of the Autoregression Model (AR), allows the joint modelling of multiple variables, providing flexibility to analyse several variables simultaneously, offering sensitivities and inferences on the dynamics that can arise in an economy. Furthermore, as mentioned by the Brazilian Central Bank (BACEN) (2010), this model is primarily used by this institution for forecasting and calculating impacts on inflation.

The Carrara (2020) study focused on examining how supply shocks triggered by commodity prices affect inflation in Brazil. He also investigated the effectiveness of the nation's monetary policy in responding to these impacts. Using the Vector Autoregression Method with Error Correction (VEC), Carrara found that Brazilian inflation has a significant indexing component, but is also influenced

by its market expectations, as well as by supply-side price behaviour, which exerts some influence on inflation expectations.

Another relevant study conducted by Stockl (2017) sought to analyse the effects of commodity shocks, measured by the Commodity Research Bureau (CRB) Index and the Brazilian Commodities (IC-Br) Index, on the dynamics of inflation in Brazil from January 2005 to December 2013. Using Vector Autoregression Models (VAR), the findings of this study suggested that net increases in commodity prices have positive impacts on inflation.

A more recent study conducted by Nazareno (2023) attempted to measure and analyse how shocks in international oil prices, interest rates, and exchange rates influenced Brazilian inflation from 2002 to 2021. Using an econometric approach with a Vector Error Correction (VEC) Model, this study identified that all variables

present an asymmetric transmission to Brazilian inflation, indicating that increases in oil prices and exchange rates are passed on with greater intensity.

Using different models and approaches, these econometric studies provide valuable insights on relationships between commodity prices (especially oil) and the dynamics of inflation in Brazil, highlighting the complexity of the interactions between these variables and their impacts on the national economy.

This literature review highlights the relationship between the Petrobras price policy and inflation in Brazil, emphasizing the importance of new analyses to better understand this dynamic. There are gaps to be filled, especially through studies investigating the most recent (post-2023) impacts of these policies on the Brazilian economy and the ramifications of the changes announced by Petrobras for its price policy.

3. METHODOLOGY AND DATA

The methodology used in this work is organised into four sections. The first section describes the Vector Autoregression Model (VAR), which was used in this study to estimate the impulse and response effect. The second section describes the dataset used to represent the model variables. The third section describes the unit root test performed on all model variables to assess the stationarity of the series. The fourth section details the tests conducted to determine the number of lags for each VAR model.

3.1 The Model

To investigate the impacts of the Petrobras Import Parity Price (IPP) policy on Brazilian inflation, the Vector Autoregression Model (VAR) was used. The choice of this model is based on its ability to capture interdependent relationships between variables, particularly effective in assessing the impact of stochastic shocks in an economic system.

The VAR was initially proposed by Christopher Sims (1980) as an extension of the Autoregression Model (AR), enabling the joint modelling of multiple variables. The flexibility of the VAR allows for the simultaneous analysis of various variables, providing sensitivities and inferences on the dynamics that can emerge in an economy. According to Carrara (2020), this model deals with contemporary movements of variables, thus enabling the identification of model

parameters and structural shocks.

A quantitative analysis was conducted to correlate the impacts of the West Texas Intermediate (WTI) per-barrel crude price pass-through to Brazil's National Consumer Price Index (IPCA). This method is based on simultaneous equation systems that capture the existence of interdependent relationships between variables. This model is widely used by the Brazilian Central Bank (BACEN), mainly for forecasting and inflation impact calculation, as disclosed by this institution (2010).

In recent years, this methodology has been widely employed to analyse the economy and the effects of various commodity-related variables on Brazilian inflation. For example, Stockl (2017) and Carrara (2020) used commodity indices to estimate their effect on Broad Consumer Price Index (IPCA) expectations.

Through supply shocks, this study attempts to ascertain whether the WTI index has contributed to intensifying IPCA variations after the adoption of the IPP. To do so, it uses Equation 1 of the VAR model in its structural form, represented with the following p-order matrix notation of n variables:

$$X_t = A_0 + \sum_{i=1}^p A_i X_{t-i} + \varepsilon_t \quad (1)$$

Where X_t is a vector of k variables, A_0 is a vector of independent terms, and $\sum_{i=1}^p A_i$ are coefficient matrices, and ε_t is the vector of uncorrelated and temporally random disturbances.

Based on this, the term X_t may be considered as a vector of variables encompassed by the following terms, which will be presented in the study:

- **IPCA:** Broad National Consumer Price Index (IPCA) - % monthly variation.
- **WTI:** Price per barrel of West Texas Intermediate crude, serving as a benchmark for the international price of different types of oil. In this case, it is valued at the Free on Board (FOB) price, excluding freight and insurance expenses.
- **Exchange Rate:** Free Exchange Rate in US Dollars, considering the monthly average selling rate.
- **Future IPCA:** Expected cumulative inflation for the next twelve months - % variation - average.
- **Monthly GDP:** Monthly GDP in Current Values (R\$ million), to be used for calculating the Output Gap.
- **Ibovespa:** São Paulo Stock Exchange Index (IBOVESPA) Index at monthly closing prices.
- **PPI:** Producer Price Index (PPI) - Oil and Alcohol Product Transformation Industry: index (December 2013 = 100).
- **IC-BR (Brazil Commodities Index):** Commodity prices in reais - Monthly average of daily index quotations.
- **Unemployment Rate - PNADC:** Percentage of unemployed persons compared to the labour force.
- **Production Indicator (2022=100):** Indicator of industrial production level, seasonally adjusted data.
- **Goods Exports:** Goods exports - merchandise in general - Balance of Payments - monthly - US\$ (millions).
- **Goods Imports:** Goods imports - merchandise in general - Balance of Payments - monthly - US\$ (millions).
- **Public Sector Financing Needs:** Public Sector Financing Needs without currency devaluation (% GDP) - Year-to-date flow - Primary result - Total - Consolidated public sector.
- **Credit Cost Indicator (ICC):** Average cost of credit operations comprising the loan, financing, and leasing portfolio of financial institutions within the National Financial System.
- **Average Interest Rate on Credit Operations - Total:** Average interest rate of new credit operations contracted in the reference period in the National Financial System.
- **Household Debt with the National Financial System as a percentage of the last twelve months' income (RNDBF):** Debt burden - Relationship between the expected debt service value with the National Financial System and the monthly income of households, in a quarterly moving average. Additionally, the Central Bank publishes seasonally adjusted debt burdens.

Some of the selected variables were derived from the study of commodity price supply shocks on inflation, as presented by Carrara and Barros (2020), along with variables used in the current monetary policy originally formulated by Bogdanski, Tombini, and Werlang (2000).

There are some differences between these studies concerning the variables chosen for this study model. The first difference is the inclusion of the WTI, PPI, and IC-BR variables, replacing the Commodity Research Bureau (CRB) price index, to generate more robustness by encompassing more variables that can impact inflation and measuring the primary oil barrel pricing indicator in the PPI.

The second difference relates to the aspect of labour productivity, where the Production Indicator was added in addition to the variable of the unemployment rate of the Brazilian population. The third difference involves the inclusion of indicators of goods import and export from Brazil, replacing the variable of the value in dollars of imports of goods from OECD countries. The fourth difference was the inclusion of more variables related to the financial sector, such as the ICC, interest rate on credit operations, and Household Debt, thus introducing more variables from this sector into the equation that represent possible effects on inflation rates. The fifth and final difference was the exclusion of the Special Settlement and Custody System (SELIC) rate and the deviation

measure of inflation expectations from the target, as expected inflation for the next twelve months and the Ibovespa Index were included.

3.2 Variables and Data Sources

Time series data were obtained from institutions such as the Institute of Applied Economic Research (IPEA), Yahoo Finance, and the Brazilian Central Bank, covering the period from January 2013 to December 2022, as described in Table 1.

The selected period was chosen due to the availability of a complete and reliable historical dataset for all relevant economic variables during this time for the model used. Additionally, this choice is justified by the fact that from January 2023, the government announced significant changes in the Petrobras pricing policy, resulting in a fundamental alteration in how the company's cost variations were addressed. This timeframe will thus allow a precise analysis of the economic conditions and implications of the previous pricing policy, as well as a clearer understanding of subsequent changes that will affect Brazil's economic context and inflation.

Table 1: Variables Used

Name	Description	Source
p	Broad National Consumer Price Index (IPCA) - % monthly variation	BACEN - Series 433
wti	West Texas Intermediate crude oil price per barrel (FOB)	Ipeadata
c	Free Exchange Rate in US Dollars (sale) - Monthly average	BACEN - Series 3698
pfut	Future IPCA - Expected cumulative inflation for the next 12 months - % variation - average	Ipeadata
pib	Monthly GDP in Current Values (R\$ millions)	BACEN - Series 4380
ibov	Ibovespa - Monthly Closing	Yahoo Finance
ipp	Producer Price Index (PPI) - Oil and Alcohol Product Transformation Industry: index (December 2013 = 100)	Ipeadata
icbr	Monthly average of daily quotations of the IC-Br index (Brazil Commodities Index)	BACEN - Series 29042
txd	Unemployment rate - Percentage of unemployed persons compared to the labour force	BACEN - Series 24369
prod	Indicator of industrial production level, seasonally adjusted data	BACEN - Series 28503
exp	Goods Exports - Balance of Payments - monthly - US\$ (millions)	BACEN - Series 22711
imp	Goods Imports - Balance of Payments - monthly - US\$ (millions)	BACEN - Series 22712
nsfp	NFSP without exchange rate devaluation (% GDP) - Cumulative flow for the year - Primary result - Total - Consolidated public sector	BACEN - Series 5507
icc	Average cost of credit operations included in the loan, financing, and leasing portfolio of financial institutions integrated into the National Financial System	BACEN - Series 25351
txcred	Average interest rate on new credit operations contracted in the reference period in the National Financial System	BACEN - Series 20714
endiv	Debt service commitment - Ratio between the expected payments for debt service with the National Financial System and the monthly income of families, in a quarterly moving average. Additionally, the Central Bank publishes seasonally adjusted income commitment	BACEN - Series 29037

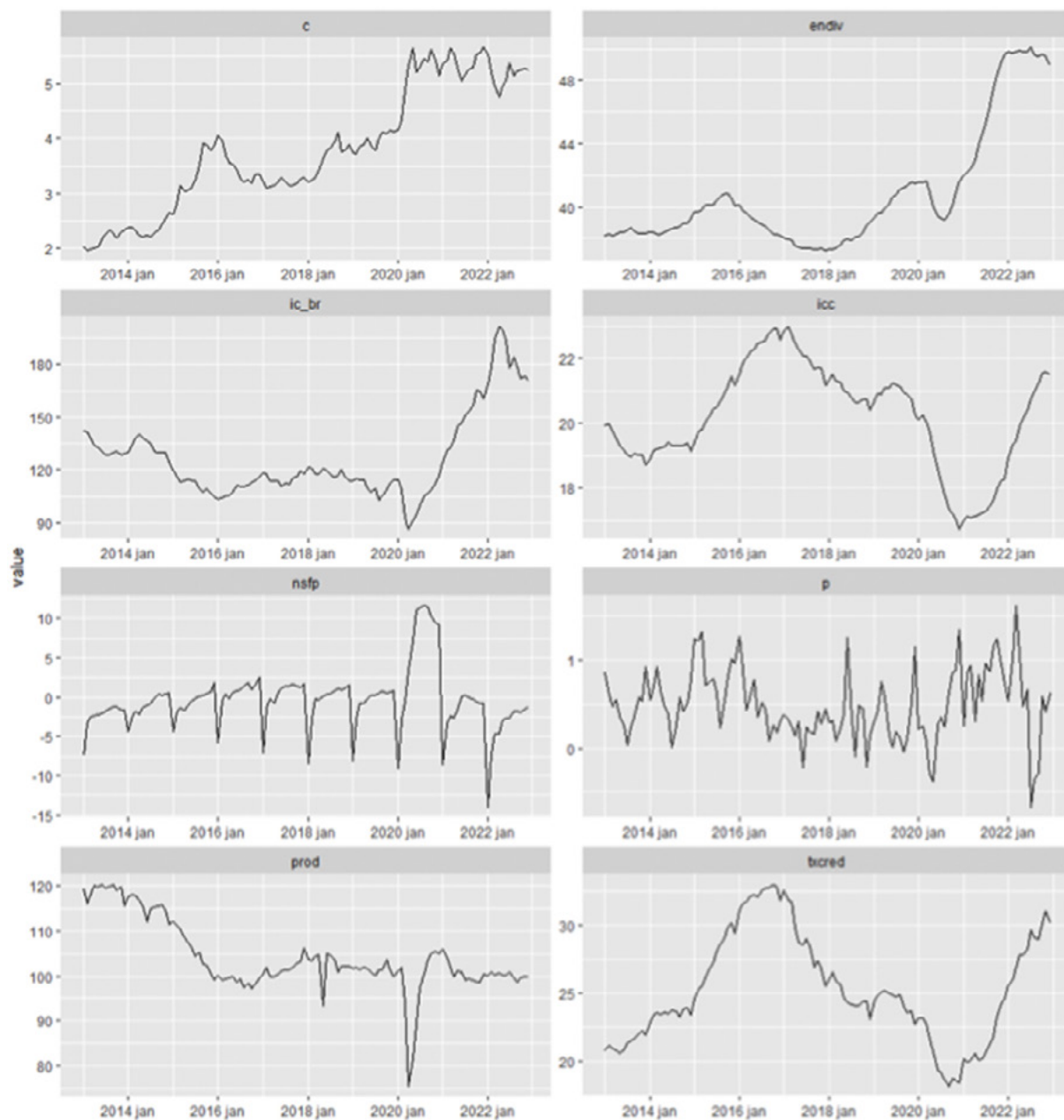
Source: Prepared by the author, using data from BACEN (2023), Ipeadata (2023), and Yahoo Finance (2023).

Continuing with the visualisation of the data presented above, we have the historical series of all the model variables for the selected period, in order to observe trends in each of them.

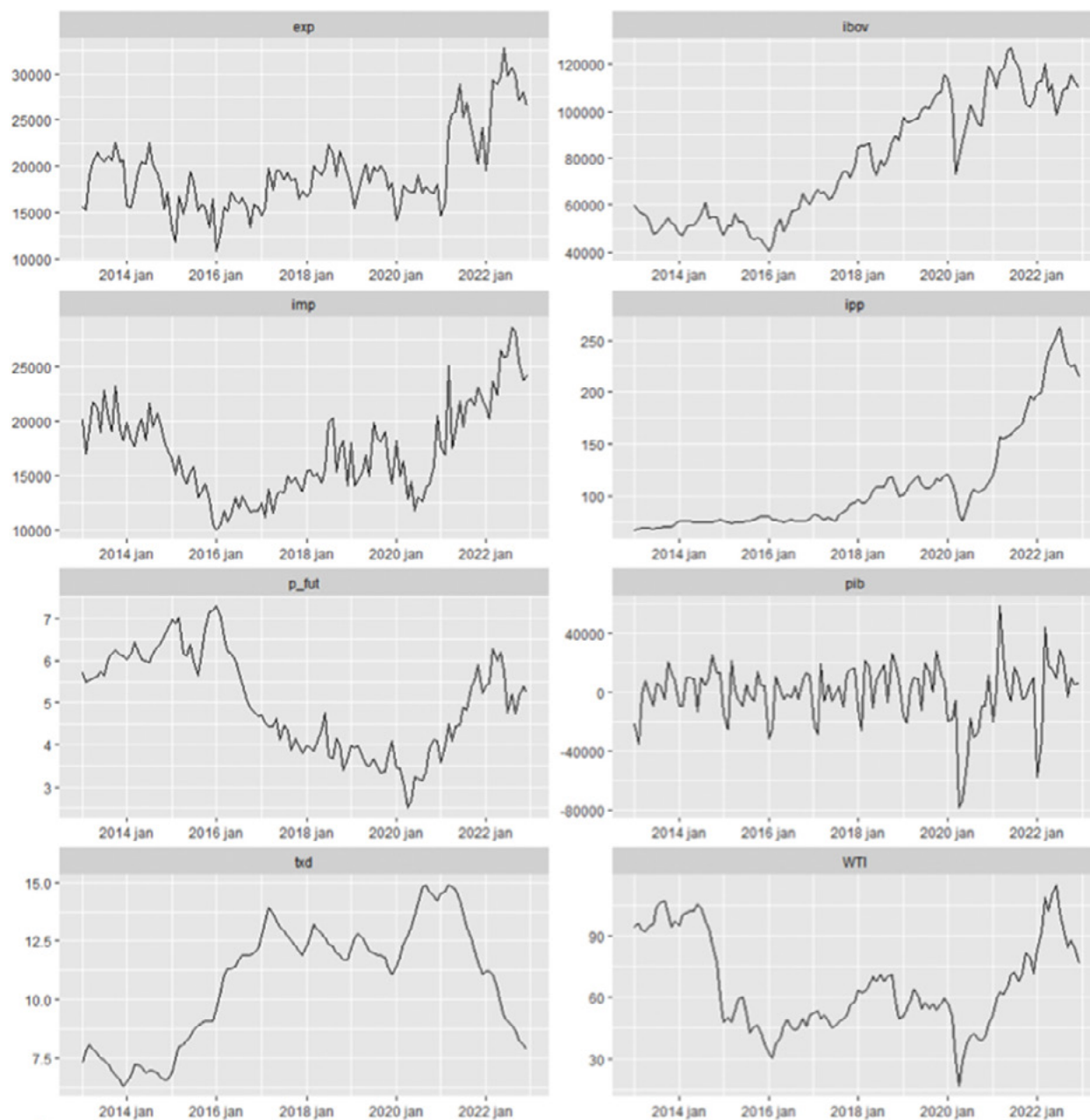
These graphical representations (Figure 1) of the time series for the variables offer a clearer contextualisation of

the economic analysis. They also underpin the findings of the VAR model, providing a broader understanding of the behaviour of these variables and their interactions over time, as well as atypical events or short-term spikes that may indicate moments of high volatility in oil prices, exchange rate variations, or changes in inflation rates

Figure 1: Time Series for Model Variables.



ARTICLE 3



Source: Prepared by the author

Descriptive statistics of the variables are presented in Table 2. This table provides a summarised view of their basic characteristics (Minimum, Maximum, Mean, Variance, and Standard Deviation). According to Medri (2011),

descriptive statistics aid in the perception, assessment, and quantification of variability in tables and graphs derived from datasets that synthesise values, seeking clearer and more comprehensive overviews of variations in variables.

Table 2: Descriptive Statistics

Variables	Min	Max	Mean	Variance	Standard Deviation
p	-0.68	1.62	0.49	0.16	0.41
wti	16.55	114.84	65.82	514.10	22.67
c	1.97	5.65	3.78	1.25	1.12
p _{flut}	2.50	7.29	4.99	1.39	1.18
pib	398,093.60	867,745.20	589,817.30	13,675,780,697	116,943.5
ibov	40,406.00	126,802.00	78,460.84	662,242,170.15	25,734.07
ipp	68.30	262.34	109.58	2,405.86	49.05
ic _{br}	86.43	201.43	126.50	571.03	23.90
txd	6.30	14.90	10.78	6.53	2.56
prod	75.40	120.40	104.24	61.22	7.82
exp	10,876.00	32,723.90	19,355.38	18,405,454.51	4,290.16
imp	10,010.90	28,618.90	17,185.27	17,694,276.95	4,206.46
nsfp	-14.09	11.63	-0.45	15.23	3.90
icc	16.73	22.98	20.18	2.57	1.60
txcred	18.15	32.99	25.26	15.71	3.96
endiv	37.25	50.09	40.78	14.44	3.80

Source: Prepared by the author

The correlation matrix for the variables is presented in Table 3, highlighting the preliminary linear relationships among them. These initial analyses enable a

preliminary understanding of the data structure and the identification of possible patterns that may influence the outcomes of the VAR model.

Table 3: Correlation Matrix

	p	WTI	c	p_fut	pib	ibov	ipp	ic_br	txd	prod	exp	imp	nsfp	icc	txcred	endiv
P	1,00	0,07	0,06	0,51	0,11	-0,02	0,07	0,20	-0,12	0,19	-0,09	0,01	-0,10	-0,34	-0,11	0,19
Wti	0,07	1,00	-0,28	0,38	0,31	0,01	0,34	0,75	-0,59	0,63	0,58	0,76	-0,42	-0,28	-0,22	0,30
C	0,06	-0,28	1,00	-0,43	-0,12	0,81	0,72	0,26	0,61	-0,71	0,40	0,20	0,21	-0,32	-0,12	0,70
p_{fut}	0,51	0,38	-0,43	1,00	0,18	-0,60	-0,10	0,31	-0,75	0,50	-0,04	0,14	-0,32	0,01	0,30	0,09
Pib	0,11	0,31	-0,12	0,18	1,00	0,06	0,20	0,27	-0,12	0,27	0,40	0,36	-0,03	0,06	0,13	0,09
Ibov	-0,02	0,01	0,81	-0,60	0,06	1,00	0,76	0,40	0,58	-0,47	0,55	0,42	0,02	-0,35	-0,31	0,64
Ipp	0,07	0,34	0,72	-0,10	0,20	0,76	1,00	0,80	0,16	-0,35	0,79	0,67	-0,21	-0,20	0,03	0,93
ic_{br}	0,20	0,75	0,26	0,31	0,27	0,40	0,80	1,00	-0,27	0,14	0,78	0,81	-0,43	-0,26	0,01	0,78
Txd	-0,12	-0,59	0,61	-0,75	-0,12	0,58	0,16	-0,27	1,00	-0,69	-0,02	-0,34	0,33	0,00	-0,06	0,01
Prod	0,19	0,63	-0,71	0,50	0,27	-0,47	-0,35	0,14	-0,69	1,00	-0,07	0,29	-0,26	-0,26	-0,31	-0,32
Exp	-0,09	0,58	0,40	-0,04	0,40	0,55	0,79	0,78	-0,02	-0,07	1,00	0,79	-0,10	-0,25	-0,11	0,69
Imp	0,01	0,76	0,20	0,14	0,36	0,42	0,67	0,81	-0,34	0,29	0,79	1,00	-0,33	-0,43	-0,30	0,65
Nsfp	-0,10	-0,42	0,21	-0,32	-0,03	0,02	-0,21	-0,43	0,33	-0,26	-0,10	-0,33	1,00	-0,12	-0,20	-0,24
Icc	-0,34	-0,28	-0,32	0,01	0,06	-0,35	-0,20	-0,26	0,00	-0,26	-0,25	-0,43	-0,12	1,00	0,86	-0,27
Txcred	-0,11	-0,22	-0,12	0,30	0,13	-0,31	0,03	0,01	-0,06	-0,31	-0,11	-0,30	-0,20	0,86	1,00	0,05
Endiv	0,19	0,30	0,70	0,09	0,09	0,64	0,93	0,78	0,01	-0,32	0,69	0,65	-0,24	-0,27	0,05	1,00

Source: Prepared by the author

3.3 Unit Root Testing Procedures

As conducted in the Stockl model (2017), the need to employ unit root tests to verify the stationarity of the presented series was observed. Unit root tests, namely ADF (Dickey; Fuller, 1981), PP (Phillips; Perron, 1988), and KPSS

(Kwiatkowski et al., 1992), were used. These tests were performed with both a constant and a trend. The determination of how many differences would be required was based on the convergence of results from more than two specified tests, as displayed in Table 4.

Table 4: Unit Root Tests

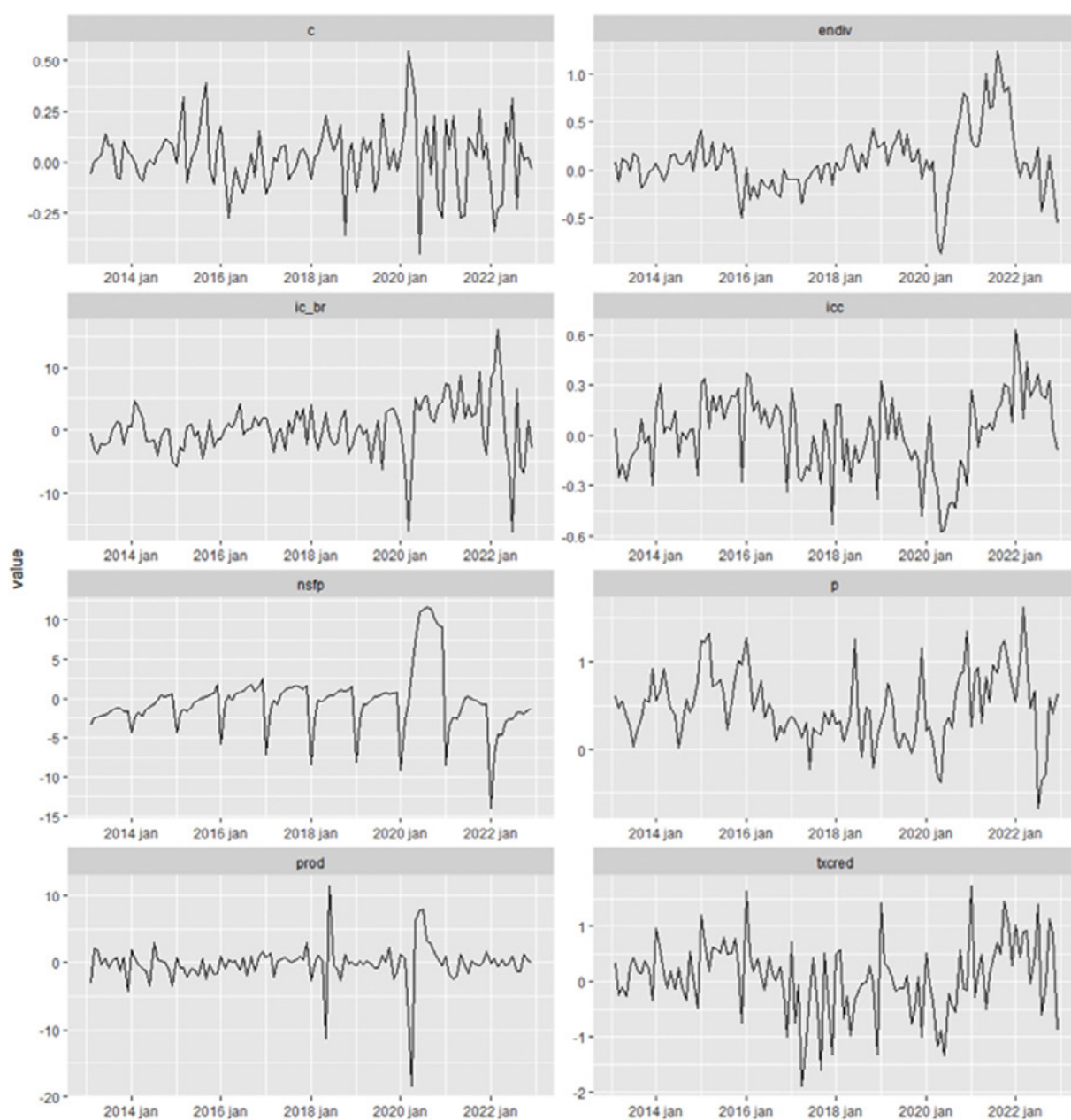
Variables	KPSS (Level)	ADF (level)	PP (Level)	KPSS (Trend)	ADF (Trend)	PP (Trend)	Selected Difference
P	0	0	0	1	0	0	0
Wti	1	1	1	1	1	1	1
C	1	1	1	1	1	1	1
P _{fiut}	1	1	1	1	1	1	1
Pib	0	0	0	0	0	0	0
Ibov	1	1	1	1	0	1	1
Ipp	1	1	1	1	1	1	1
ic _{br}	1	1	1	1	1	1	1
txd	2	1	1	2	1	1	1
prod	1	1	1	1	1	1	1
exp	1	1	1	1	1	1	1
imp	1	1	1	1	1	1	1
nsfp	0	0	0	1	0	0	0
icc	1	1	1	2	1	1	1
txcred	1	1	1	2	1	1	1
endiv	2	1	1	1	2	1	1

Source: Prepared by the author

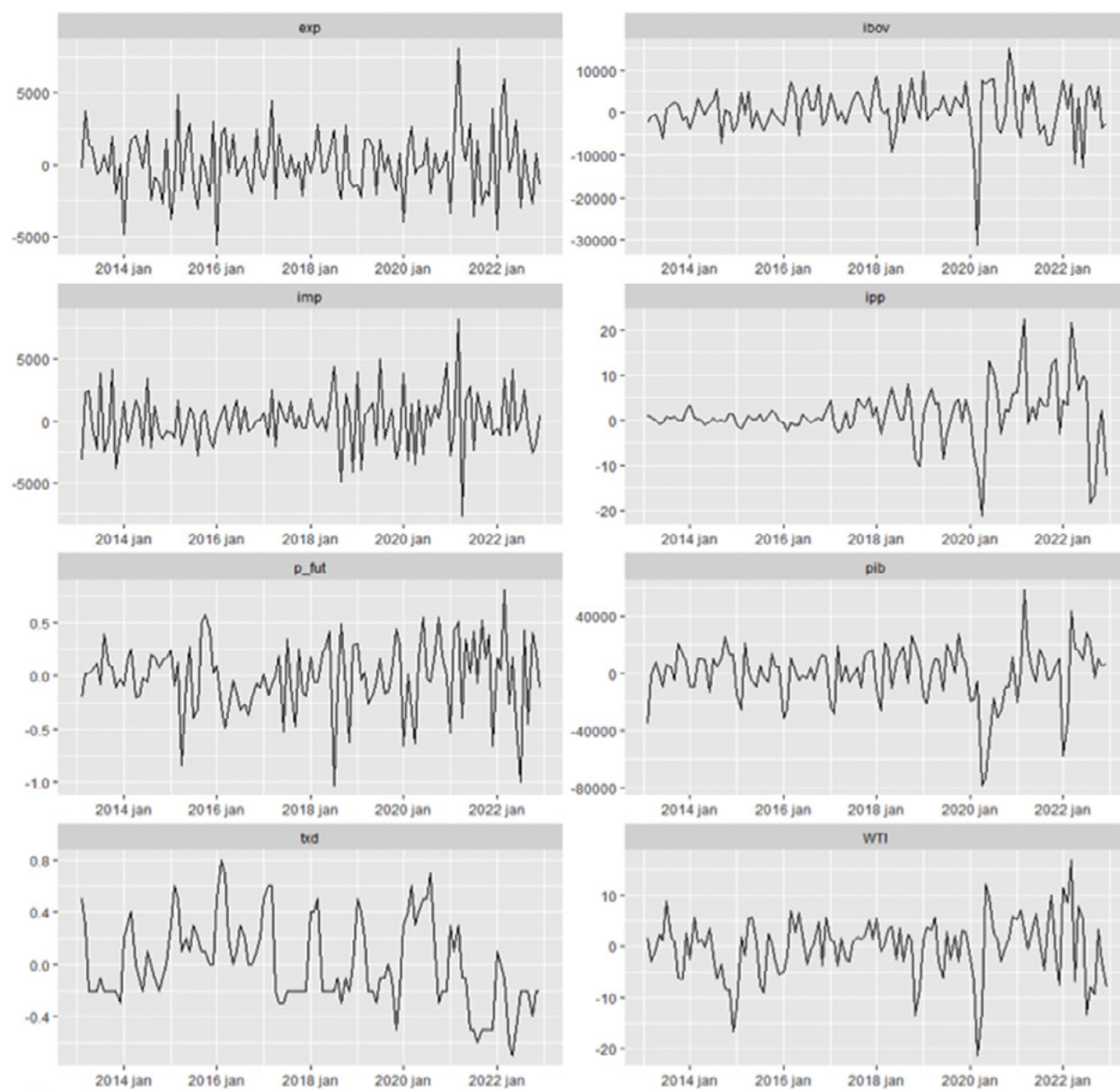
After conducting the unit root tests for each variable, as shown in the table above, most of the series were used in the first difference. For the visualisation

of each one, Figure 2 (below) was constructed with the new values according to the chosen lag.

Figure 2: Differenced Variables.



ARTICLE 3



Source: Prepared by the author

3.4 Lag Order Determination Procedures

In this part of the process, we divided the VAR model into two different periods – before and after the implementation of the PPI (Producer Price Index) – to assess the effect of variables related to crude prices on

Brazilian inflation. Following the unit root tests, an immediate problem is determining the number of lags in the VAR model. This is accomplished by following specific analysis criteria, namely Akaike (AIC), Hannan-Quinn (HQ), and Schwarz (SC), as determined based on Pfaff (2008).

Table 5: Lag Order Determination Tests of the Model

Models	AIC (n)	HQ (n)	SC (n)
VAR 1 (Pre-PPI)	2	2	2
VAR 2 (Post-PPI)	3	3	3

Source: Prepared by the author.

4. SUPPLY SHOCK RESULTS

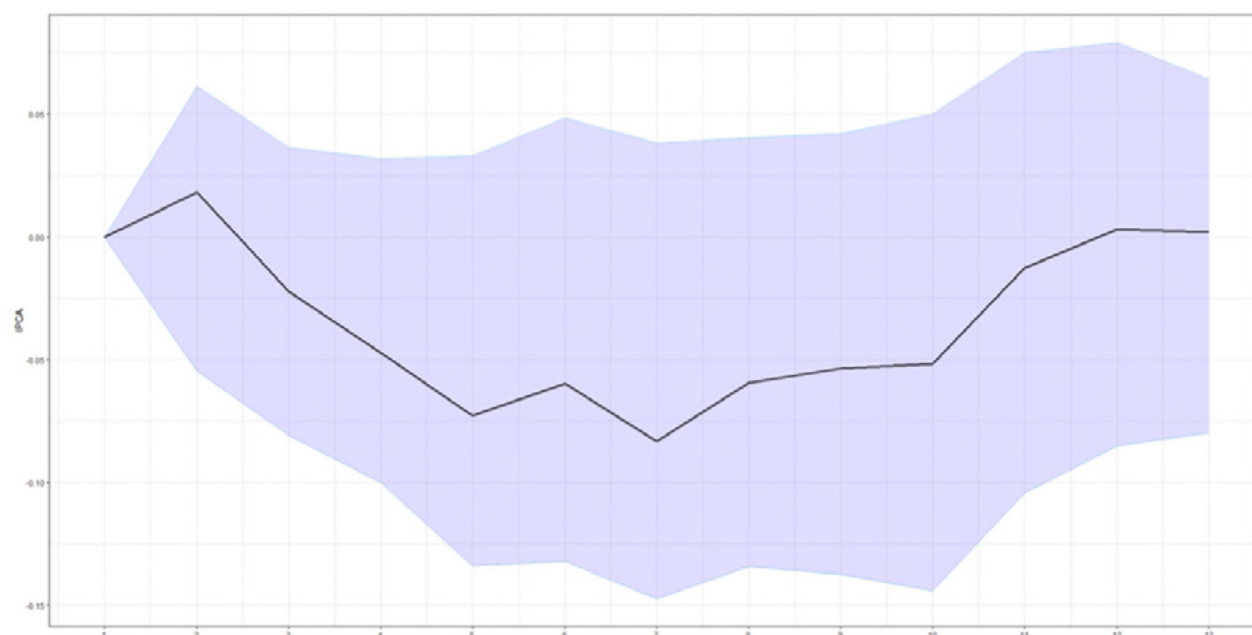
To achieve the objective proposed in this study, two supply shocks analyses are conducted in different periods. These shocks show how changes in the Petrobras pricing policy influenced inflation dynamics in Brazil.

Figure 3 presents the first VAR model for the period from January 2013 to August 2017, i.e., before the IPP. Initially, a drop of about -0.07% in inflation is noted, in response to variations in WTI

crude prices, gradually returning to normal levels after twelve months.

According to Ferreira (2019), Petrobras was called upon to rein in rising inflation rates from 2011 to 2014. This dynamic may be explained by government intervention in the Petrobras pricing policy during that period, controlling domestic fuel prices and thus minimising the pass-through of international fluctuations to Brazilian consumers.

Figure 3: VAR Model 1 (2013 – August 2017)



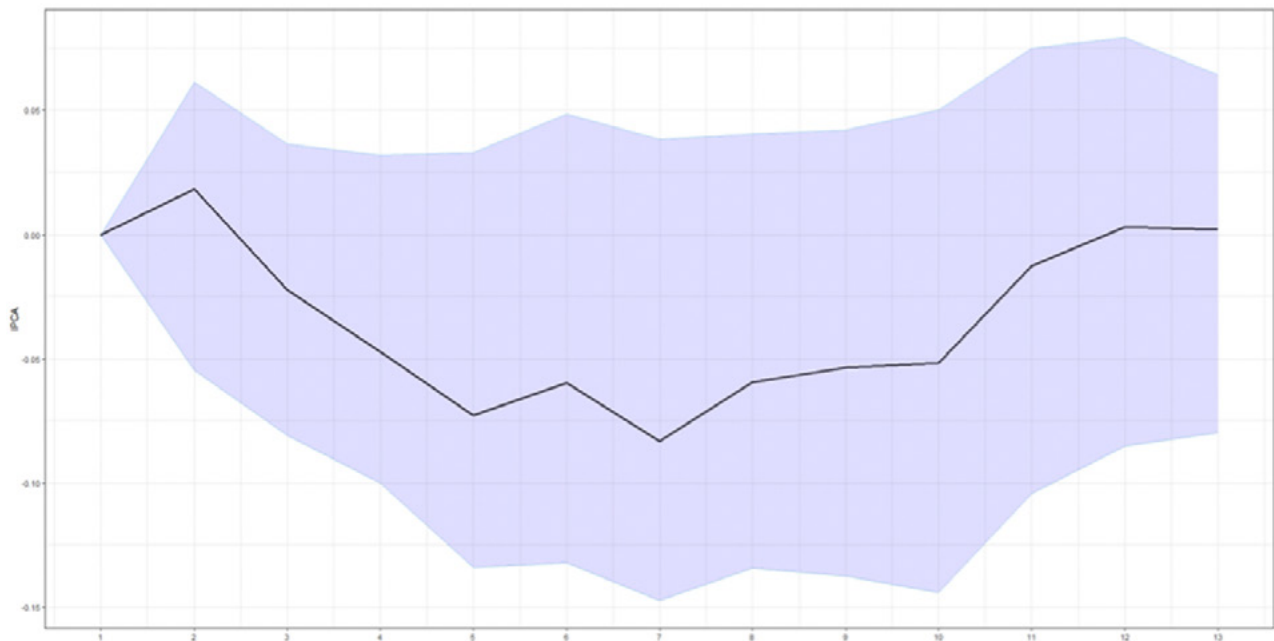
Source: Prepared by the author.

Figure 4 presents the second VAR model, covering the period from September 2017 to December 2022, after the adoption of the IPP pricing policy by Petrobras. In this case, an opposite effect is observed. This context shows a significant positive impact of about 0.10% on inflation related to WTI crude prices. This change may be explained by the new approach pursued by Petrobras, aligning domestic prices with global market fluctuations.

Consequently, fluctuations in crude prices were soon passed on faster and more directly to fuel prices in Brazil, thereby affecting inflation.

A similar study conducted by Nazareno (2021) for the period between 2002 and 2021 found that all variables showed asymmetric transfers to Brazilian inflation, with increases in oil prices and exchange rates being passed on more intensely.

Figure 4: VAR Model 2 (2017-09 until 2022)



Source: Prepared by the author.

These results suggest that the Petrobras pricing policy, along with the IPP pricing system, played a significant role in transferring variations in oil prices to Brazilian inflation. The adoption of the IPP heightened the sensitivity of domestic prices to international market supply shocks, leaving Brazil more susceptible to fluctuations in commodity prices, such as oil.

Looking at the period under analysis, other studies on the Petrobras pricing policy explore not only the period between 2017 and 2022. However, in works with longer time series, international prices and exchange rates are evidently the variables with the greatest impacts on inflation. According to Nazareno (2021), a more pronounced effect of international oil prices on inflation was expected, based

on economic literature. However, it was found that increases have stronger ripple effects than decreases, when considering the variance breakdown of forecast errors.

Analysing the cargo road transport industry, Ferreira (2019) points out that crises in this sector were deepened by the rising diesel prices and heavy capital investments in this sector during previous years, particularly lorry purchases. There are thus two trends in terms of supply and demand: i) freight rates drop with larger fleets; and ii) wider fluctuations and higher diesel prices boost transport costs and prune profit margins. To address this situation, the government proposed new intervention policies in the pricing system, causing productivity imbalances in the sector.

5. CONCLUSION

Through the VAR Model, this study attempts to determine the impacts of the Petrobras pricing policy changes on Brazilian inflation and its effects before and after its adoption. Using this methodology and referencing other academic works on this topic, this research project is planned for expansion into a model with more inflation-related variables, thus generating an impulse-response function correlated to the WTI and IPCA variables for the studied periods.

Evaluating the outcomes of abrupt changes in the VAR Model, it was expected that after the adoption of the IPP by Petrobras, the crude price per barrel would have longer-term impacts on inflation. Noting the abrupt changes in the model and different time intervals, there was a pre-adoption damper on inflation due to crude price variations, returning to normal levels after twelve months. After 2017, the opposite effect appeared, with an impact of almost 0.10% on inflation related crude prices per barrel, maintaining this effect over the subsequent months.

Faced by these challenges, Petrobras was forced to reassess its pricing policy. The 2023 change indicates the importance of a more comprehensive and flexible approach to defining fuel prices, with a view to economic stability and easing impacts on inflation, with a balanced approach for the cargo road transport sector.

The crucial lesson here is that Brazil's fuel pricing policy should be sensitive to complex interactions among economic, political, and geopolitical factors. The future of the Petrobras pricing policy should reflect these lessons learned, striving to balance price stability with protecting its corporate interests and upholding its ability to service the domestic market.

It is suggested that future studies could assess new variables within the VAR model and introduce a cost structure into the model, as tax subsidies were widely deployed to curb inflation during 2022.

6. BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, EDMAR LUIS FAGUNDES DE; OLIVEIRA, PATRICIA VARGAS DE; LOSEKANN, Luciano. Impactos da contenção dos preços de combustíveis no Brasil e opções de mecanismos de precificação. *Brazilian Journal of Political Economy*, v. 35, p. 531-556, 2015.

Banco Central do Brasil (BACEN). Relatório de Inflação, Brasília, jun. de 2010. 2010.

Banco Central do Brasil (BACEN) – Time Series Management System.
Disponível em: <https://www3.bcb.gov.br/sgspub/localizarseries/localizarSeries.do?method=prepararTelaLocalizarSeries>. Acessado em: 15 de novembro de 2023.

BOGDANSKI, J.; TOMBINI, A. A.; WERLANG, S. R. C. Implementing inflation targeting in Brazil. Brasília: Banco Central do Brasil, jul. de 2000. 29 pág. (Série de documentos do trabalho, nº 1).

CARRARA, Aniela Fagundes; BARROS, Geraldo Sant’Ana de Camargo. Choques de oferta e política monetária na economia brasileira: uma análise do impacto dos preços das commodities na inflação entre 2002 e 2014. *Nova Economia*, v. 29, p. 757-794, 2020.

DICKEY, David A.; FULLER, Wayne A. Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root. *Econometrica: journal of the Econometric Society*, p. 1057-1072, 1981.

DOS SANTOS, Marival Matos. A política de preços dos combustíveis no Brasil antes e depois da flexibilização do monopólio estatal do mercado de petróleo. 2021.

FERREIRA, Marcelo Dias Paes; VIEIRA FILHO, J. E. R. Política de preços dos combustíveis. Diagnóstico e desafios da agricultura brasileira. Rio de Janeiro: Ipea, p. 207-226, 2019.

FURNO, Juliane; LEITE, Letícia Nunes Pereira. Na contramão da segurança energética: o refino e a política de preços da Petrobras sob os governos Temer e Bolsonaro. *Revista de Economia Política Internacional*, v. 21, nº 2, 2022.

HATANAKA, M. *Times-Series-Based Econometrics: unit roots and co-Integrations*. Nova York: Oxford University Press, 1996. 44 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2023. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/>. Acessado em: 15 de novembro de 2023.

IPEADATA. 2023. Disponível em: <http://www.ipeadata.gov.br/>. Acessado em: 15 de novembro de 2023.

KWIATKOWSKI, D.; PHILLIPS, P. C. B.; SCHMIDT, P.; SHIN, Y. Testing the null hypothesis of stationary against the alternative of a unit root. *Journal of Econometrics*, North-Holland, 54 (1-3): 159-178, 1992.

MEDRI, Waldir. *Análise exploratória de dados*. Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2011.

SIMS, Christopher A. Macroeconomics and reality. *Econometrica: journal of the Econometric Society*, p. 1-48, 1980.

STOCKL, Marcos; MOREIRA, Ricardo Ramalhete; GIUBERTI, Ana Carolina. O impacto das commodities sobre a dinâmica da inflação no Brasil e o papel amortecedor do câmbio: evidências para o CRB Índice e Índice de Commodities Brasil. *Nova Economia*, v. 27, p. 173-207, 2017.

PHILLIPS, Peter CB; PERRON, Pierre. Testing for a unit root in time series regression. *biometrika*, v. 75, nº 2, p. 335-346.

PFAFF, Bernhard. *Analysis of integrated and cointegrated time series with R*. Springer Science & Business Media, 2008.

NAZARENO, Maria Cristina de Meira. *Contribuição do preço internacional do petróleo e de variáveis macroeconômicas na inflação brasileira, 2002-2021*. 2023.

FERREIRA, Marcelo Dias Paes; VIEIRA FILHO, J. E. R. Política de preços dos combustíveis. *Diagnóstico e desafios da agricultura brasileira*. Rio de Janeiro: Ipea, p. 207-226, 2019.