

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO COPPEAD DE ADMINISTRAÇÃO

GABRIEL ROCHA CAMARGO

Os Efeitos das Mudanças nos Preços do Petróleo sobre Variáveis
Macroeconômicas Seleccionadas no Brasil

Rio de Janeiro
2020

Gabriel Rocha Camargo

**Os efeitos das mudanças nos preços do petróleo sobre variáveis
macroeconômicas selecionadas no Brasil**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto COPPEAD de Administração, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Administração.

Orientadora: Prof. Margarida Gutierrez, D.Sc.
Co-Orientador: Prof. Helder Queiroz, D.Sc.

Rio de Janeiro
2020

CIP - Catalogação na Publicação

Cc172e Camargo, Gabriel Rocha
Os Efeitos das Mudanças nos Preços do Petróleo sobre Variáveis Macroeconômicas Seleccionadas no Brasil / Gabriel Rocha Camargo. -- Rio de Janeiro, 2020.
66 f.

Orientadora: Margarida Maria Gomes Pereira Sarmiento Gutierrez.
Coorientador: Helder Queiroz Pinto Junior.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto COPPEAD de Administração, Programa de Pós-Graduação em Administração, 2020.

1. Petróleo. 2. Choques. 3. Vetor Auto Regressivo. I. Gutierrez, Margarida Maria Gomes Pereira Sarmiento, orient. II. Junior, Helder Queiroz Pinto, coorient. III. Título.

Elaborado pelo Sistema de Geração Automática da UFRJ com os dados fornecidos pelo(a) autor(a), sob a responsabilidade de Miguel Romeu Amorim Neto - CRB-7/6283.

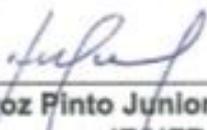
GABRIEL ROCHA CAMARGO

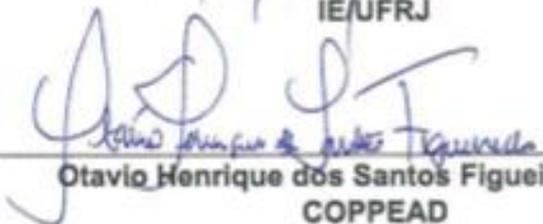
Os Efeitos das Mudanças nos Preços do Petróleo sobre Variáveis Macroeconômicas Seleccionadas no Brasil

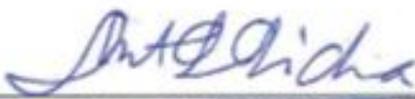
Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto COPPEAD de Administração, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Administração.

Aprovada em 12/02/2020


Margarida Maria Gomes Pereira Sarmiento Gutierrez, D.Sc.
COPPEAD


Helder Queiroz Pinto Junior, Ph.D - Coorientador
IE/UFRJ


Otavio Henrique dos Santos Figueiredo, D.Sc.
COPPEAD


Antonio Luis Licha, D.Sc.
IE/UFRJ

Rio de Janeiro
2020

AGRADECIMENTOS

Agradeço sobretudo a Deus, que me possibilitou estar nos lugares certos, nos momentos certos.

Aos meus pais, fontes de sabedoria, bem inextirpável.

À minha esposa Luciana, por todo apoio ao longo da minha decisão de voltar a estudar e incentivo em sempre crescer como pessoa e profissional.

Aos meus amigos, por serem os melhores que eu poderia ter.

A todo o corpo docente e funcionários da COPPEAD, foi uma experiência ímpar estar de volta à UFRJ e conviver com vocês. Estendo esse agradecimento a todos os meus colegas de turma, foi uma imensa honra e um prazer termos compartilhado essa experiência.

Ao CNPq pela bolsa de estudos concedida.

Aos meus orientadores Margarida Gutierrez e Helder Queiroz, e ao professor Jefferson Colombo pelas ideias e pelos esclarecimentos que ajudaram no desenvolvimento deste estudo.

*“We are neither old nor sleepy and must ‘Be up and
doing, with a heart for any fate;
Still achieving, still pursuing, learn to labor and to wait’”*
John D. Rockefeller, 1885.

RESUMO

CAMARGO, Gabriel Rocha. **Os Efeitos das mudanças nos preços do petróleo sobre variáveis macroeconômicas selecionadas no Brasil**. 2020. 64 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Instituto COPPEAD de Administração, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2020.

Devido a sua relevância na economia mundial, o preço do petróleo é uma variável importante para os agentes econômicos tomadores de decisões. Entender o comportamento de variáveis macroeconômicas frente a variações no preço desta *commodity* pode ser de grande valia para formuladores de políticas econômicas em geral. Nesse contexto, o presente estudo analisa a relação entre as variações do preço do petróleo e três variáveis macroeconômicas brasileiras entre 2003 e 2018: a arrecadação, a inflação e a taxa de câmbio. O modelo utilizado é um Vetor Auto-regressivo (VAR) ordenado composto pelas 3 variáveis supracitadas e o preço do petróleo. A partir desse modelo, foram analisadas as funções impulso-resposta e a decomposição das variâncias obtidas. Os resultados estimados estão em linha com a literatura analisada. Observou-se que existe uma assimetria na resposta das variáveis analisadas quando confrontadas com variações nos preços do petróleo. Além disso, verificou-se que essas respostas são pequenas, mesmo quando analisadas em amostras menores e sob diferentes ordenações das variáveis no VAR.

Palavras-chave: Petróleo; Vetor Auto-Regressivo; Choques; Função Impulso-Resposta; Decomposição de Variância.

ABSTRACT

CAMARGO, Gabriel Rocha. **The Effects of Variations in Oil Prices on Selected Macroeconomic Variables in Brazil**. 2020. 64 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Instituto COPPEAD de Administração, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2020.

Due to its relevance in the world economy, the price of oil is an important variable for economic decision-makers. Understanding the behavior of macroeconomic variables in the face of the oil price variations can be of great value to economic policymakers in general. In this context, the present study aims to analyze the relationship between oil price changes and three Brazilian macroeconomic variables between 2003 and 2018: revenue, inflation, and an exchange rate. The model used is an ordered Vector Autoregressive (VAR) composed of 3 variables mentioned above and oil price. From this model, the impulse-response functions and the variance decomposition of the variables used were analyzed. The estimated results are in line with the analyzed literature. It is possible to note that there is an asymmetric response of the variables examined when faced with oil price changes. Also, it was found that these responses are small, even when analyzed in smaller samples and using different orders of variables in the VAR.

Keywords: Oil; Vector Auto-Regressive; Shock; Impulse-Response Function; Variance Decomposition

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – COTAÇÃO DO BARRIL DE PETRÓLEO BRENT, TAXA DE CÂMBIO NOMINAL, PARTICIPAÇÃO GOVERNAMENTAL E IPCA.	30
GRÁFICO 2 – VARIÁVEIS CRIADAS A PARTIR DOS AUMENTOS E QUEDAS ACUMULADOS DO PREÇO DO PETRÓLEO.	31
GRÁFICO 3 – FUNÇÕES DE IMPULSO-RESPOSTA ORTOGONALIZADAS, COM AS RESPECTIVAS FUNÇÕES CUMULATIVAS E A DECOMPOSIÇÃO DAS VARIÂNCIAS DOS ERROS PARA CADA VARIÁVEL.	41
GRÁFICO 4 - FUNÇÕES DE IMPULSO-RESPOSTA ORTOGONALIZADAS, COM AS RESPECTIVAS FUNÇÕES CUMULATIVAS E A DECOMPOSIÇÃO DAS VARIÂNCIAS DOS ERROS PARA CADA VARIÁVEL DE ACORDO COM A SEGUNDA ORDENAÇÃO ANALISADA.	43
GRÁFICO 5 – PRODUÇÃO DE ÓLEO NÃO CONVENCIONAL NOS EUA POR BACIA SEDIMENTAR.	44
GRÁFICO 6 – COMPARAÇÃO ENTRE AS FUNÇÕES DE IMPULSO-RESPOSTA ORTOGONALIZADAS, COM AS RESPECTIVAS FUNÇÕES CUMULATIVAS E A DECOMPOSIÇÃO DAS VARIÂNCIAS DOS ERROS PARA A TAXA DE CÂMBIO NOS PERÍODOS ANALISADOS.	45
GRÁFICO 7 – CORRELAÇÃO ENTRE TAXA DE CÂMBIO E COMMODITIES – JANELA MÓVEL DE 60 MESES.	46
GRÁFICO 8 – GRÁFICO DOS PREÇOS DA GASOLINA PURA AO PRODUTOR NO BRASIL E GASOLINA NO GOLFO DO MÉXICO NOS EUA.	47
GRÁFICO 9 - COMPARAÇÃO ENTRE AS FUNÇÕES DE IMPULSO-RESPOSTA ORTOGONALIZADAS, COM AS RESPECTIVAS FUNÇÕES CUMULATIVAS E A DECOMPOSIÇÃO DAS VARIÂNCIAS DOS ERROS PARA A PARTICIPAÇÃO GOVERNAMENTAL NOS PERÍODOS ANALISADOS.	48
GRÁFICO 10 - HISTÓRICO DE PREÇOS, PRODUÇÃO DE PETRÓLEO NACIONAL E PARTICIPAÇÃO GOVERNAMENTAL.	49
GRÁFICO 11 - COMPARAÇÃO ENTRE AS FUNÇÕES DE IMPULSO-RESPOSTA ORTOGONALIZADAS, COM AS RESPECTIVAS FUNÇÕES CUMULATIVAS E A DECOMPOSIÇÃO DAS VARIÂNCIAS DOS ERROS PARA A INFLAÇÃO NOS PERÍODOS ANALISADOS.	50
GRÁFICO 12 – ÍNDICE DE DIFUSÃO DA INFLAÇÃO.	51
GRÁFICO 13 - COMPARAÇÃO ENTRE AS FUNÇÕES DE IMPULSO-RESPOSTA ORTOGONALIZADAS, COM AS RESPECTIVAS FUNÇÕES CUMULATIVAS E A DECOMPOSIÇÃO DAS VARIÂNCIAS DOS ERROS PARA A TAXA DE CAMBIO CONSIDERANDO O AUMENTO E A QUEDA DO PREÇO DO PETRÓLEO COMO VARIÁVEIS DISTINTAS.	53

GRÁFICO 14 - COMPARAÇÃO ENTRE AS FUNÇÕES DE IMPULSO-RESPOSTA ORTOGONALIZADAS, COM AS RESPECTIVAS FUNÇÕES CUMULATIVAS E A DECOMPOSIÇÃO DAS VARIÂNCIAS DOS ERROS PARA A PARTICIPAÇÃO GOVERNAMENTAL CONSIDERANDO O AUMENTO E A QUEDA DO PREÇO DO PETRÓLEO COMO VARIÁVEIS DISTINTAS.	54
GRÁFICO 15 - COMPARAÇÃO ENTRE AS FUNÇÕES DE IMPULSO-RESPOSTA ORTOGONALIZADAS, COM AS RESPECTIVAS FUNÇÕES CUMULATIVAS E A DECOMPOSIÇÃO DAS VARIÂNCIAS DOS ERROS PARA A INFLAÇÃO CONSIDERANDO O AUMENTO E A QUEDA DO PREÇO DO PETRÓLEO COMO VARIÁVEIS DISTINTAS.....	55
GRÁFICO 16 – HISTÓRICO DO IPCA DOS PREÇOS LIVRES E MONITORADOS.....	56

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – RESUMO DAS REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	26
TABELA 2 – RESULTADO DO TESTE DE DICKEY-FULLER AUMENTADO.....	39
TABELA 3 – RESULTADO DO TESTE DE DEFINIÇÃO DE LAG ÓTIMO.....	40
TABELA 4 – RESULTADO DO TESTE LM PARA 1, 2 E 3 LAGS.	41
TABELA 5 – MÉDIAS DA PARTICIPAÇÃO GOVERNAMENTAL, PREÇO DO PETRÓLEO E PRODUÇÃO NACIONAL DE PETRÓLEO.....	49
TABELA 6 – ESTATÍSTICA DESCRITIVA DAS AMOSTRAS.....	64
TABELA 7 – RESULTADO DO TESTE DE DICKEY-FULLER AUMENTADO – SUBPERÍODO 1	64
TABELA 8 - RESULTADO DO TESTE DE DEFINIÇÃO DE LAG ÓTIMO – SUBPERÍODO 1	64
TABELA 9 - RESULTADO DO TESTE LM – SUBPERÍODO 1	64
TABELA 10 - RESULTADO DO TESTE DE DICKEY-FULLER AUMENTADO – SUBPERÍODO 2	65
TABELA 11 - RESULTADO DO TESTE DE DEFINIÇÃO DE LAG ÓTIMO – SUBPERÍODO 2	65
TABELA 12 - RESULTADO DO TESTE LM – SUBPERÍODO 2	65
TABELA 13 - RESULTADO DO TESTE DE DICKEY-FULLER AUMENTADO – AUMENTO CUMULATIVO.....	65
TABELA 14 - RESULTADO DO TESTE DE DEFINIÇÃO DE LAG ÓTIMO – AUMENTO CUMULATIVO	65
TABELA 15 - RESULTADO DO TESTE LM – AUMENTO CUMULATIVO.....	66
TABELA 16 - RESULTADO DO TESTE DE DICKEY-FULLER AUMENTADO – QUEDA CUMULATIVA	66
TABELA 17 - RESULTADO DO TESTE DE DEFINIÇÃO DE LAG ÓTIMO – QUEDA CUMULATIVA...	66
TABELA 18 - RESULTADO DO TESTE LM – QUEDA CUMULATIVA	66

LISTA DE ABREVIACES

ADF	<i>Augmented Dickey-Fuller</i>
ANP	Agência Nacional do Petróleo
API	<i>American Petroleum Institute</i>
Bbl	Barril
BCB	Banco Central do Brasil
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
FED	<i>Federal Reserve</i>
IPCA	Índice de Preços ao Consumidor Amplo
IPEA	Instituto de Pesquisa Econmica Aplicada
Mmboe	Miles de barris de óleo equivalente
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econmico
OPEP	Organização dos Países Exportadores de Petróleo
PIB	Produto Interno Bruto
PPSA	Pré-Sal Petróleo S.A.
VAR	Vetor Auto-regressivo
WTI	<i>West Texas Intermediate</i>

SUMÁRIO

LISTA DE GRÁFICOS.....	9
LISTA DE TABELAS	11
LISTA DE ABREVIACÕES.....	12
1 INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	18
3 METODOLOGIA.....	29
3.1 COLETA DE DADOS.....	29
3.2 ESPECIFICAÇÃO DOS MODELOS ECONÔMICOS USADOS	31
3.2.1 Vetor auto-regressivo	32
3.2.2 Testes de raízes unitárias.....	33
3.2.3 Testes de definição do lag ótimo	34
3.2.4 Teste de auto-correlação dos resíduos	35
3.2.5 Funções impulso-resposta.....	35
3.2.6 Decomposição de variância.....	36
3.2.7 Ordenação das variáveis.....	37
4 RESULTADOS	39
4.1 ANÁLISE DE RESULTADOS PARA OS MODELOS VAR.....	39
4.2 ANÁLISE DA ASSIMETRIA ENTRE AS RESPOSTAS DAS VARIÁVEIS A AUMENTOS E QUEDAS NO PREÇO DO PETRÓLEO.....	53
5 CONCLUSÕES	58
REFERÊNCIAS.....	60
APÊNDICES	64

1 INTRODUÇÃO

Estudos que avaliam a relação entre a macroeconomia e o preço do petróleo têm ocupado a atenção de pesquisadores e formuladores de políticas nas últimas quatro décadas. Essa atenção se justifica pelo papel central que o petróleo desempenha na economia mundial e pela ligação observada entre o movimento do preço do petróleo e os ciclos econômicos. Tais estudos apresentam aos policy-makers uma reflexão sobre os mecanismos pelos quais os choques do preço do petróleo impactam a atividade econômica.

A energia continua sendo uma base importante para produtividade industrial e desenvolvimento socioeconômico em quase todos os países do mundo. Sendo assim, a escassez ou o declínio no fornecimento de recursos energéticos, particularmente o petróleo, muitas vezes leva a uma parada em quase todos os setores da economia.

Os preços do petróleo podem impactar o crescimento e a inflação por diversos canais (BANCO MUNDIAL, 2015):

- Efeitos diretos sobre os preços de alguns produtos e sobre o nível de atividade, tanto para importadores quanto para exportadores;
- Efeitos indiretos via comércio e outros mercados de commodities;
- Respostas às variações nos preços através de mudanças na política econômica e,
- Incerteza nos investimentos.

Por meio desses canais, os preços do petróleo também podem repercutir nos saldos fiscais e externos.

Um canal é exclusivamente através do valor do barril de petróleo em economias produtoras de petróleo. Para essas economias, um aumento nos preços do petróleo aumenta as receitas dessa economia.

Os termos de exportação e importação são um segundo canal. É provável que um aumento nos preços do petróleo melhore as condições de negócios para os exportadores de petróleo, mas agrave para os importadores.

Nos países importadores, os choques positivos nos preços do petróleo deterioram os termos de troca da economia, além disso, há uma transferência de riqueza para países exportadores de petróleo. Sendo assim, empresas e famílias reduzem seus gastos e investimentos. Logo, as moedas dos países importadores de petróleo depreciam, enquanto as moedas dos exportadores de petróleo se valorizam em resposta aos ganhos reais de renda.

O papel da energia como fator de produção é um terceiro canal. Um aumento no preço do petróleo pode reduzir o seu uso, levando a um declínio na produção nacional.

Um quarto canal é através dos preços. Um aumento nos preços do petróleo pode não apenas aumentar os custos de importação, mas também pode ser repassado ao consumidor final, dependendo da resposta da política monetária. (BERNANKE *et al.*, 1997).

A magnitude do efeito de um determinado aumento de preço depende da participação do petróleo na renda nacional, do grau de dependência do petróleo importado e da capacidade dos usuários finais de reduzir seu consumo e abandonar o petróleo.

Nos países importadores líquidos de petróleo, os preços mais altos do petróleo levam à inflação, aumento dos custos de insumos, redução da demanda não petrolífera e menor investimento. As receitas fiscais caem e o déficit orçamentário aumenta, devido à rigidez das despesas do governo, o que eleva as taxas de juros.

Em países exportadores, uma redução da oferta de petróleo combinada com a manutenção da demanda mundial eleva o preço dessa *commodity*. Diante do aumento do preço do petróleo, os países exportadores têm sua demanda aquecida, portanto, pode-se dizer que há um deslocamento da curva de demanda agregada para a direita, implicando em um aumento no nível de preços.

Os preços do petróleo bruto têm a capacidade de influenciar indiretamente as decisões de gastos das famílias, indústrias e da economia em geral na medida em que os derivados de petróleo são utilizados como combustíveis para motores

de combustão interna dos veículos utilizados em serviços de transporte e serviços de infraestrutura sem os quais nenhuma estrutura produtiva industrial moderna funcionaria.

A disponibilidade de petróleo e seus derivados, e seus níveis de preços têm grande importância para a determinação do nível de crescimento econômico e do nível de preços das economias nacionais, pois energia e transporte são insumos necessários para produção de bens ou serviços.

Nas últimas décadas, o mercado de petróleo bruto testemunhou flutuações dramáticas nos preços, chegando a passar dos US\$140 por barril (bbl) em 2008, seguido por uma queda abrupta em consequência da crise do *subprime* e posterior rápida recuperação aos níveis pré-crise.

O choque nos preços do petróleo de 2014 foi motivado por diversos fatores: altos ganhos na produção de não-convencionais; enfraquecimento da demanda global; uma mudança na política da OPEP (Organização dos Países Exportadores de Petróleo), que adotou a estratégia de aumentar seu *market-share*; desenrolar de eventos geopolíticos tais como os conflitos no Oriente Médio e as tensões entre a Ucrânia e a Rússia; e a apreciação do dólar americano. Embora seja difícil definir a importância relativa de cada fator, a renúncia da OPEP ao apoio aos preços e a rápida expansão do suprimento de petróleo de fontes não convencionais parecem ter desempenhado um papel crucial desde meados de 2014. (BANCO MUNDIAL, 2015)

Em 2018, a queda nos preços aconteceu, também, devido a um acréscimo nos estoques mundiais de petróleo superior ao esperado. O pico em outubro de 2018 foi alimentado pela expectativa de redução nos estoques de petróleo devido à implementação das sanções dos Estados Unidos contra as exportações de petróleo iranianas.

Dado que estes episódios mencionados anteriormente coincidiram com flutuações em variáveis macroeconômicas tais como a inflação e atividade econômica, torna-se importante discutir as potenciais causas e consequências de tais variações no preço do petróleo na economia de um país. Desta forma, esta pesquisa se propõe a analisar os impactos dessas variações na

macroeconomia brasileira. Adicionalmente, este trabalho irá verificar se existe assimetria nas respostas das variáveis selecionadas para o estudo frente a um choque no preço do petróleo.

Esta dissertação está organizada em 3 capítulos além deste capítulo introdutório, da conclusão e dos apêndices. No capítulo 2 é feita uma revisão de literatura sobre os choques do petróleo ao longo do tempo e os métodos aplicados nos trabalhos abordados. No capítulo 3 são apresentadas a base de dados e uma revisão teórica sobre Vetores Auto-regressivos (VAR), seus testes econométricos, Funções Impulso-Resposta e Decomposição de Variâncias. No capítulo 4 apresentamos os resultados das estimações, com as análises e discussões acerca dos impactos dos choques no Brasil sob o ponto de vista macroeconômico.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Nesse capítulo serão apresentados estudos relacionados ao tema em investigação e que servirão de base para este estudo. Sendo assim, iremos explorar os choques dos preços de petróleo e suas influências na macroeconomia de diversos países além dos instrumentos utilizados nesses estudos, tais como vetores auto-regressivos.

Um dos pioneiros nessa linha foi Hamilton (1983), que estudou a relação entre petróleo e macroeconomia desde a Segunda Guerra Mundial. Suas descobertas revelam que das oito recessões pós-Segunda Guerra Mundial nos EUA, sete foram precedidas por choques significativos nos preços do petróleo. Hamilton (1983) também descobriu a existência de correlação negativa entre os choques do preço do petróleo e a atividade econômica.

Mork (1989) vai além dos resultados de Hamilton (1983), e analisa se essa correlação negativa persiste em períodos com quedas de preços. Mork (1989) encontrou evidências de que os efeitos das quedas nos preços do petróleo são diferentes daqueles do aumento do preço do petróleo. Tais evidências mostram que há uma assimetria entre as respostas dos aumentos e das reduções de preços do petróleo, sendo a correlação com os eventos de declínio nos preços significativamente diferente e próxima de zero, o que é consistente com o apresentado por Hamilton (1988b).

Lee *et al.* (1995) e Hamilton (1996) introduziram transformações não lineares dos preços do petróleo para restabelecer a relação negativa entre os aumentos nos preços do petróleo e os declínios econômicos entre os anos de 1948 e 1994, no entanto, não obtiveram justificativas econômicas relevantes. Sendo assim, foram propostas dois tipos de transformações lineares para lidar com a questão da assimetria na relação entre PIB e preço do petróleo: especificação escalonada (LEE *et al.*, 1995), considerando a volatilidade dos preços do petróleo; e especificação líquida (HAMILTON, 1996), que considera o montante pelo qual os preços do petróleo subiram no último ano.

Hooker (1996) ao estudar os efeitos dos choques do preço do petróleo e suas interações com a política monetária, utilizou uma estrutura de Vetores Auto-regressivos. Hooker (1996) mostrou que nem a relação linear entre os preços do petróleo proposta por Hamilton (1983), nem a relação assimétrica defendida por Mork (1989) são consistentes com o desempenho econômico observado desde 1986.

Bernanke *et al.* (1997) em um estudo que abrange o período de 1966 até 1995, apresentaram evidências de que as recessões que se seguiram aos grandes choques do petróleo nos Estados Unidos não foram causadas diretamente pelos choques do petróleo, mas por uma resposta contracionista do *Federal Reserve* (FED) às preocupações inflacionárias, atribuíveis em parte aos choques do petróleo. Os autores mostram que, ao quebrar a tendência de subida da taxa dos FED após um choque do petróleo, ou simular um VAR subsequente aos grandes choques de petróleo sob a condição que a taxa do FED não poderia aumentar, parece que as desacelerações econômicas podem ser evitadas em grande parte.

Por outro lado, Hamilton e Herrera (2004) analisaram o período de 1949 até 1999, e questionam se o *Federal Reserve* realmente tem o poder de implementar tal política, considerando improvável que a criação de moeda adicional teria conseguido reduzir a taxa do FED em 900 pontos-base em relação aos valores observados em 1974. Além disso, evidenciam que o tamanho do efeito que Bernanke *et al.* (1997) atribuem a choques do petróleo é substancialmente menor do que o relatado por outros pesquisadores, principalmente devido à sua escolha de um *lag* mais curto do que o utilizado por outros pesquisadores.

Outro ponto importante é que os efeitos mais significativos de um choque de preços de petróleo podem não aparecer em até três ou quatro trimestres após o choque. Pode ser que, como Bernanke *et al.* (1997) propuseram, uma resposta da política monetária à inflação seja uma parte importante do processo, e o papel da política monetária simplesmente não seja totalmente capturado pela inclusão das taxas do FED no VAR.

Hamilton (2003), analisou o período de 1949 até 1999, e sugere que a contribuição dos choques do preço do petróleo para a desaceleração econômica

é controversa. Parte dessa controvérsia se dá porque a correlação entre os preços do petróleo e a atividade econômica parece ser muito mais fraca nos dados obtidos a partir de 1985. Os resultados de seu trabalho suportam a afirmação de uma relação não-linear ao longo das linhas sugeridas na literatura; os aumentos do preço do petróleo afetam a economia, enquanto as reduções não, e os aumentos que vêm após um longo período de preços estáveis têm um efeito maior do que aqueles que simplesmente corrigem as quedas anteriores.

Barsky e Kilian (2004), em um estudo abrangendo o intervalo de 1970 até 2003, apontou que o fato de que não há evidências empíricas convincentes de que os choques no preço do petróleo estejam associados a taxas de inflação mais altas no deflator do PIB. Existem evidências apenas de mudanças bruscas na taxa de inflação após grandes mudanças nos preços do petróleo.

Com foco nos efeitos inflacionários dos choques de preços do petróleo, Hooker (2002) avaliou a contribuição das variações do preço do petróleo, desde 1955 até 2000, sobre a inflação dos EUA em uma estrutura de curva de Phillips; levando em conta as assimetrias, não-linearidades e efeitos de quebra estrutural. Seus resultados sobre quebra estrutural indicam que as mudanças no preço do petróleo tiveram um impacto significativo no núcleo da inflação antes de 1980, mas enfraqueceram após esse período.

Ao contrário dos resultados de pesquisas anteriores, o estudo de Cuñado e Pérez de Gracia (2003) sobre 15 países europeus num período compreendido entre 1960 – 1999, revelou resultados mistos, já que uma relação de longo prazo entre os preços do petróleo e atividade econômica foi encontrada apenas em dois países (Reino Unido e Irlanda).

Jiménez-Rodríguez e Sánchez (2005) em um estudo envolvendo países da OCDE no período de 1972 até 2001, descobriram que a resposta do PIB real aos choques de preço do petróleo difere entre importadores e exportadores líquidos de petróleo, exceto para o Reino Unido (exportador líquido) e Japão (importador líquido). Os resultados indicaram que o impacto não linear dos preços do petróleo no PIB real é positivamente significativo, especialmente porque os aumentos do preço do petróleo influenciam mais o crescimento do PIB do que o

declínio do preço do petróleo, sendo este último estatisticamente insignificante na maioria dos casos.

Na literatura a partir dos anos 2000 sobre os efeitos dos choques nos preços de petróleo na macroeconomia, reconheceu-se que não é suficiente estudar apenas os efeitos dos choques do preço do petróleo isoladamente de outros choques afetando a economia. Portanto, modelos que consideram as interdependências de várias variáveis macroeconômicas importantes ganharam popularidade.

Barsky e Kilian (2004) mostraram que o tempo de aumento e recessão do preço do petróleo são consistentes com a noção de que os choques nos preços do petróleo podem contribuir para as recessões sem, necessariamente, serem cruciais. Adicionalmente, os efeitos macroeconômicos dos choques do preço do petróleo tornaram-se menores ao longo do tempo, em comparação com os efeitos observados na década 1970. Um outro ponto é que, diferentes choques aconteceram ao mesmo tempo que os grandes choques do petróleo, ou reforçando seus efeitos adversos nos anos 70, ou os amortecendo em episódios mais recentes.

Blanchard e Gali (2007) estudaram os fatores por trás dessas mudanças para avaliar até que ponto os episódios de estagflação dos anos 1970 podem ocorrer novamente em resposta a futuros choques de petróleo e, se assim for, entender o papel que a política monetária pode desempenhar para mitigar seus efeitos adversos. As estimativas de Blanchard e Gali (2007) indicam que se não houvesse choque petrolífero, a severa recessão de 1973-75 teria sido apenas uma recessão branda.

Hamilton (2011) afirmou que, um parâmetro fundamental para determinar as consequências para a economia de um aumento no preço da energia é a participação do valor das compras de energia em relação às despesas totais. O fato de a elasticidade de renda da demanda dos EUA estar abaixo da unidade no último quarto de século induz uma tendência de queda nessa parcela - para um preço relativo dado, se o percentual de crescimento no consumo de energia for menor que o crescimento percentual da renda, os gastos em dólares com energia cairiam como uma porcentagem da receita.

Lee e Song (2009), em um estudo sobre a economia coreana no período de 1970 até 2008, diz que o aumento do preço do petróleo, afeta negativamente o crescimento do PIB tanto nos canais de consumo, quanto de produção. No canal de consumo, o aumento do preço do petróleo reduz a renda disponível na medida em que os consumidores pagam mais dinheiro para operarem seus veículos e aquecerem suas casas. Os efeitos do aumento do preço do petróleo serão mais significativos quando a demanda por consumo de petróleo for menos elástica.

A produção pode diminuir à medida que a taxa de crescimento do PIB se torna menor quando os custos de produção são elevados e, em segundo lugar, mudanças substanciais nos preços do petróleo podem aumentar a incerteza no investimento das empresas, induzindo assim menor produção agregada.

Dependendo da persistência do aumento e da proporção dos preços da energia nas medidas de inflação, os aumentos do preço do petróleo se traduzem num aumento global da inflação (ROTEMBERG; WOODFORD, 1996). No entanto, Lee e Song (2009) afirmam que o aumento nos preços do petróleo em 2008 foi resultado de fortes demandas do mercado e deve ser tratado como endógeno.

O choque do preço do petróleo em 2008 foi marcante tanto pelo tamanho de seus efeitos reais quanto pelo impacto inflacionário, pois a dinâmica deflacionária pode ser, em geral, observada após aumentos e quedas nos preços do petróleo. O aumento do preço do petróleo após 2009 também contribuiu para o lento crescimento, enquanto os efeitos da taxa de juros real e da incerteza são os canais potenciais por meio dos quais a crise atual reduziu a demanda agregada e piorou as condições financeiras.

Além do episódio do *boom* de 2008, em horizontes mais longos, os aumentos líquidos do preço do petróleo tendem a ser deflacionários; a redução no curto prazo nominal, implícita na contração da taxa real de curto prazo durante a deflação, é então consistente com a política monetária contrariando a ameaça de deflação. Os efeitos deflacionários também decorrem das contrações líquidas do preço do petróleo. A este respeito, a última queda nos preços do petróleo gerou um viés recessivo e deflacionário, através de maiores taxas de juros reais e efeitos de incerteza macroeconômica na União Europeia.

Mishkin (2007) discutiu duas razões pelas quais um banco central deveria vigiar a inflação global quando o preço de um item excluído recebesse um choque permanente e a inflação nominal se desviasse do núcleo por um período prolongado.

Primeiro, um período mais longo de alta inflação aumenta o risco de expectativas de inflação não ancoradas. Em segundo lugar, uma divergência prolongada entre as medidas de núcleo e nominais da inflação poderia dificultar as comunicações entre o banco central e seu público. Mishkin (2007) descreveu que o aumento nos preços do petróleo entre 2004-2006 parecia ser mais persistente em comparação com as experiências passadas e que a inflação global se desviou do núcleo da inflação por uma margem considerável durante o período considerado.

Descrevendo três características estatísticas de choques do petróleo a partir de dados históricos: (1) permanente, (2) difícil prever, e (3) governado por regimes muito diferentes em diferentes pontos no tempo, Hamilton (2008) afirma que os choques do preço do petróleo não podem ser tratados como meramente transitórios e sendo assim, os bancos centrais devem prestar mais atenção ao desenvolvimento da inflação global, que inclui os preços da energia e dos alimentos. Hamilton (2008) também percebeu que a baixa elasticidade-preço da demanda e da oferta no curto prazo, a vulnerabilidade às interrupções no fornecimento e a alta produção de petróleo dos EUA são responsáveis pelo comportamento volátil dos preços do petróleo ao longo de 1970-1997.

Blanchard e Riggi (2010) estudaram o período de 1970 até 2007. Nesse período eles notaram uma redução na parcela de produção e consumo de petróleo no final dos anos 90 e início dos anos 2000. Os autores atribuíram parte da redução da sensibilidade da economia aos choques do petróleo a essa redução na produção e no consumo de petróleo.

Eles atribuíram essa queda a: ausência de outros choques adversos que historicamente coincidiram com movimentos de preços do petróleo; um valor decrescente da participação do petróleo em despesas totais; mercados de trabalho mais flexíveis e melhor gestão da política monetária.

Kilian (2009) propõe um novo modelo de VAR estrutural (SVAR), que vai de 1968 até 2007, para identificar três fatores que contribuem para explicar as flutuações do preço do petróleo: choques de demanda de fluxo, choques de oferta de fluxo e outros fatores que envolvem a demanda específica do petróleo. Ele mostra que esses três choques têm efeitos consideravelmente diferentes no preço do petróleo e na atividade econômica.

Kilian e Murphy (2014) refinam a abordagem de Kilian (2009) para permitir um papel explícito da demanda especulativa de petróleo usando dados de inventários de petróleo. Uma intuição fundamental de Kilian e Murphy (2014) é que existem alguns fatores que não são capturados por choques de demanda e oferta realizados (ou de fluxo), e que um deles pode ser “qualquer expectativa de um déficit de oferta futura de petróleo em relação a demanda futura de petróleo”. Eles mostram em seu estudo empírico que o choque futuro de oferta tem um efeito significativo sobre o preço do petróleo.

De acordo com Kilian e Murphy (2014), os estudos empíricos que seguem Kilian (2009) fornecem evidências de que os choques de demanda de petróleo associados ao ciclo global de negócios explicam um componente significativo das flutuações do preço do petróleo, enquanto os choques de oferta de petróleo desempenham um papel não desprezível.

Além dos fatores de demanda e oferta, os fatores financeiros do comércio de contratos no mercado futuro de petróleo fornecem um canal de transmissão alternativo de expectativas sobre o preço do petróleo. Basak e Pavlova (2016) sugerem que a atividade dos investidores financeiros no mercado de contratos futuros de petróleo amplifica choques antecipados e esperados. No entanto, a significância quantitativa deste mecanismo de amplificação é uma questão em aberto, de acordo com Kilian e Murphy (2014).

Mais recentemente, observou-se um número crescente de estudos que enfocam as causas e consequências da queda significativa nos preços do petróleo de meados de 2014 a 2016. O Banco Mundial (2015) levanta quatro razões que podem ter causado essa queda do preço do petróleo: uma oferta maior do que o esperado e demanda menor do que a antecipada, mudanças nos objetivos da

OPEP, preocupações geopolíticas sobre as interrupções no fornecimento e valorização do dólar americano.

Embora esse estudo do Banco Mundial seja qualitativo, outros estudos tiveram abordagem quantitativas. Por um lado, Baumeister e Kilian (2016) mostram evidências de que mais da metade do declínio de preços de meados de 2014 a 2016 era previsível a partir de junho de 2014, porque se deve aos choques adversos que atingiram o mercado de petróleo antes de junho de 2014.

Ressalta-se, ainda, que a diferença mais importante entre os choques de 1986 e 2014 é que o mais recente foi duas vezes maior que o declínio de 1986, causando uma contração mais acentuada do investimento em petróleo do que em 1986. Por outro lado, Davig *et al.* (2015) decompõem a flutuação do preço do petróleo com a técnica de Kilian (2009) e constatam que os choques de demanda específicos de petróleo ou de precaução impulsionaram a queda do preço do petróleo.

Morana (2017) estudou o impacto dos choques de preços de petróleo na União Europeia entre 1999 e 2015. Ele encontrou evidências de efeitos reais assimétricos das variações do preço do petróleo. Os aumentos líquidos do preço do petróleo determinaram uma contração na produção industrial em toda a amostra investigada, enquanto as quedas líquidas de preços foram expansionistas apenas no início e meados da década de 2000.

Cavalcanti e Jalles (2013) compararam os efeitos dos choques de preços de petróleo no Brasil e nos Estados Unidos desde 1983 até 2013. Eles concluíram que devido ao comportamento altamente volátil dos preços do petróleo (particularmente nos últimos tempos), as especificações lineares de preço do petróleo não são suficientemente precisas para estudar os efeitos reais dos choques nos preços do petróleo sobre a economia, em linha com Lee *et al.* (1995) e Hamilton (1996).

Eles fizeram uso de SVARs, para estudar a resposta da inflação e do crescimento do PIB às mudanças nos preços do petróleo. Assim, descobriram que a volatilidade do crescimento da produção nos Estados Unidos tem diminuído ao longo do tempo, bem como a contribuição dos choques do preço

do petróleo, apesar do aumento da dependência das importações de petróleo neste país.

Nota-se que, com o passar do tempo, a volatilidade da inflação também tem diminuído, mas os choques do preço do petróleo são responsáveis por uma fração mais significativa dessa volatilidade nos EUA. No Brasil, esses choques não parecem ter um impacto específico sobre o crescimento do produto e representam uma pequena fração da volatilidade da taxa de crescimento da inflação e do produto no Brasil.

Os estudos abordados nessa revisão parecem ter chegado a um consenso de que vários fatores, incluindo a demanda e a oferta esperadas de petróleo no futuro, podem contribuir para os movimentos do preço do petróleo. Existe, também uma predominância de métodos econométricos do tipo VAR e suas variações para a análise dos choques do preço do petróleo. Não há, contudo, consenso sobre até que ponto cada um desses fatores contribuiu quantitativamente. Além disso, há uma intensa discussão sobre o motivo pelo qual exista uma diferença entre os impactos positivos e negativos das variações do preço do petróleo na economia global, especialmente sobre o PIB e inflação, conforme observado nos EUA e em países de OCDE.

Tabela 1 – Resumo das referências bibliográficas.

Autor	Período	Método	Países	Variáveis	Principais Resultados
Hamilton (1983)	1948 - 1972	VAR Identificado	EUA	PNB, desemprego, deflator implícito do preço, preço de importação, compensação por hora trabalhada, base monetária (M1)	Conclui que no período analisado, existe correlação significativa e não espúria entre as variáveis analisadas, o que suporta a premissa de que choques do preço do petróleo contribuíram para algumas recessões antes de 1972
Mork (1989)	1948 - 1988	VAR Identificado	EUA	Crescimento do PNB, índice de desemprego, inflação, mudanças no preço do petróleo, Inflação de salários, Inflação de importados, valores de títulos do tesouro nacional	Encontrou evidências de que os efeitos das quedas nos preços do petróleo são diferentes daqueles do aumento do preço do petróleo. Tais evidências mostram que há uma assimetria entre as respostas dos aumentos e das reduções de preços do petróleo, sendo a correlação com os eventos de declínio nos preços significativamente diferente e próxima de zero
Hooker (1996)	1948 - 1994	VAR Identificado	EUA	Deflator do PIB, taxa de crescimento do PIB, deflator de preços de importação, preço do petróleo, valores de títulos do tesouro nacional de 3 meses, índice de desemprego	Mostrou que nem a relação linear entre os preços do petróleo proposta por Hamilton (1983), nem a relação assimétrica defendida por Mork (1989) são consistentes com o desempenho econômico observado desde 1986

Bernanke et al. (1997)	1966 - 1995	VAR Identificado	EUA	Deflator do PIB, taxa de crescimento do PIB, índice de preço de commodities, aumento líquido do preço do petróleo, valores de títulos do tesouro nacional de 3 meses e 10 anos	Mostraram que, ao quebrar a tendência de subida da taxa dos fundos federais após um choque do petróleo, ou simular um VAR subsequente aos grandes choques de petróleo sob a condição que a taxa do FED não poderia aumentar, as desacelerações econômicas poderiam ser evitadas em grande parte.
Lee e Ni (2002)	1959 - 1997	VAR Estrutural	EUA	Aumento líquido do preço do petróleo, agregado monetário (M2), taxa de título do tesouro de 10 anos e de 3 meses, inflação	O artigo sugere que choques nos preços do petróleo influenciam as atividades econômicas além daquelas explicadas por efeitos diretos no custo dos insumos, possivelmente adiando as decisões de compra de bens duráveis
Hooker (2002)	1967 - 2000	Curva de Phillips, Regressão	EUA	Inflação, aumento líquido do preço do petróleo, preço do petróleo, índice de desemprego	Seus resultados sobre quebra estrutural indicam que as mudanças no preço do petróleo tiveram um impacto significativo no núcleo da inflação antes de 1980, mas enfraqueceram após esse período
Hamilton (2003)	1949 - 1999	VAR Bayesiano e Variável Instrumental	EUA	PIB real, índice de preços do petróleo ao produtor nominal	Sugere que a contribuição dos choques do preço do petróleo para a desaceleração econômica é controversa. Parte dessa controvérsia se dá porque a correlação entre os preços do petróleo e a atividade econômica parece ser muito mais fraca nos dados obtidos a partir de 1985.
Cuñado e Perez de Gracia (2003)	1960 - 1999	VAR Identificado	Alemanha, Bélgica, Áustria, Espanha, Finlândia, França, Irlanda, Itália, Luxemburgo, Portugal, Reino Unido, Holanda, Dinamarca, Grécia, Suécia	Inflação, aumento líquido do preço do petróleo, variação anual do preço do petróleo, aumento do preço do petróleo, índice de produção industrial	Revelou resultados mistos, já que uma relação de longo prazo entre os preços do petróleo e atividade econômica foi encontrada apenas em dois países (Reino Unido e Irlanda).
Hamilton e Herrera (2004)	1949 - 1999	VAR Identificado	EUA	Deflator do PIB, taxa de crescimento do PIB, índice de preço de commodities, aumento líquido do preço do petróleo, valores de títulos do tesouro nacional de 3 meses e 10 anos	Evidenciam que o tamanho do efeito que Bernanke et al. (1997) atribuem a choques do petróleo é substancialmente menor do que o relatado por outros pesquisadores, principalmente devido à sua escolha de um lag mais curto do que o utilizado por outros pesquisadores.
Jimenez-Rodriguez e Sanchez (2005)	1972 - 2001	VAR identificado		PIB, Taxa de câmbio real efetiva, preço real do petróleo, inflação, taxas de juro de curto e longo prazos, nível de salários reais	Descobriram que a resposta do PIB real aos choques de preço do petróleo difere entre importadores e exportadores líquidos de petróleo. Os resultados indicaram que o impacto não linear dos preços do petróleo no PIB real é positivamente significativo
Blanchard e Galí (2007)	1970-2003	VAR Estrutural e VAR bivariado	EUA	Preço do petróleo nominal, inflação, inflação de salários, deflator do PIB, PIB, nível de emprego	As estimativas de Blanchard e Galí (2007) indicam que se não houvesse choque petrolífero, a severa recessão de 1973-75 teria sido apenas uma recessão branda
Kilian (2009)	1968 - 2007	VAR Estrutural	EUA	Decomposição do preço real do petróleo em 3 componentes (choque de oferta, choque de demanda global e choque de demanda por	Identificou três fatores que contribuem para explicar as flutuações do preço do petróleo: choques de demanda de fluxo, choques de oferta de fluxo e outros fatores que envolvem a demanda específica do petróleo. Ele mostra

				petróleo), inflação, PIB, nível de atividade da economia, produção de petróleo	que esses três choques têm efeitos consideravelmente diferentes no preço do petróleo e na atividade econômica.
Lee e Song (2009)	1970 - 2008	- Modelo Estocástico de Equilíbrio Dinâmico	Coreia do Sul	Preço do petróleo, inflação, núcleo da inflação, taxa de juros	As estimativas de Blanchard e Gali (2007) indicam que se não houvesse choque petrolífero, a severa recessão de 1973-75 teria sido apenas uma recessão branda
Blanchard e Rigg (2010)	1970 - 2007	- VAR Estrutural	EUA	Preço do petróleo, inflação, inflação de salários, deflator do PIB, PIB, nível de empregos	Nesse período eles notaram uma redução na parcela de produção e consumo de petróleo no final dos anos 90 e início dos anos 2000. Os autores atribuíram parte da redução da sensibilidade da economia aos choques do petróleo a essa redução na produção e no consumo de petróleo.
Cavalcanti e Jalles (2013)	1975 - 2008	- VAR Estrutural	EUA e Brasil	Preço do petróleo, inflação, PIB e deflator do PIB	Descobriram que a volatilidade do crescimento da produção nos Estados Unidos tem diminuído ao longo do tempo, bem como a contribuição dos choques do preço do petróleo, apesar do aumento da dependência das importações de petróleo neste país. No Brasil, esses choques não parecem ter um impacto específico sobre o crescimento do produto e representam uma pequena fração da volatilidade da taxa de crescimento da inflação e do produto no Brasil.
Baumeister e Kilian (2016)	2012 - 2016	- VAR Estrutural	EUA	Preço da gasolina, PIB, investimento público, importação líquida de petróleo e gasolina, consumo das famílias, nível de desemprego, duração média do desemprego, vendas de carros	Evidenciam que mais da metade do declínio de preços de meados de 2014 a 2016 era previsível a partir de junho de 2014, porque se deve aos choques adversos que atingiram o mercado de petróleo antes de junho de 2014.
Morana (2017)	1999 - 2015	- Modelo de correlação condicional dinâmica semi-paramétrica	OCDE	Preço do petróleo, produção industrial, inflação, taxa de juros, taxa de crescimento de M3, taxa de câmbio real efetiva, índice de commodities não energéticas do FMI, índice Morana de condição financeira	Encontrou evidências de efeitos reais assimétricos das variações do preço do petróleo. Os aumentos líquidos do preço do petróleo determinaram uma contração na produção industrial em toda a amostra investigada, enquanto as quedas líquidas de preços foram expansionistas apenas no início e meados da década de 2000

Fonte: Autor

3 METODOLOGIA

Este capítulo encontra-se dividido em 2 seções que informam sobre a coleta e tratamento dos dados obtidos, e definição dos modelos econométricos utilizados. Serão realizadas 2 análises: a primeira irá verificar o impacto das variações do preço do petróleo na inflação, na taxa de câmbio e na arrecadação governamental, a segunda irá tratar do problema da assimetria proposto por Mork (1989).

3.1 COLETA DE DADOS

O objetivo principal do estudo é analisar o efeito dos choques do preço do petróleo sobre a inflação, taxa de câmbio e arrecadação governamental e, em um segundo momento, analisar se há assimetria na resposta dessas variáveis aos estímulos de queda e aumento nos preços do petróleo separadamente. Para tanto, criaram-se duas variáveis adicionais a partir do somatório das diferenças das quedas e dos aumentos do preço do petróleo em relação ao mês anterior, de acordo com Cavalcanti e Jalles (2013).

Durante a revisão de literatura feita para este trabalho, observou-se que uma parcela notável dos trabalhos desenvolvidos, fala sobre inflação e taxa de câmbio, sendo assim, verificar o comportamento dessas mesmas variáveis no Brasil. Como proxy da arrecadação, o uso da participação governamental se justifica pelo aumento da sua importância no equilíbrio fiscal do Brasil.

O Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) disponibiliza a série histórica mensal da taxa de câmbio nominal. O Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) foi obtido no sítio do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para analisarmos a resposta da inflação aos estímulos considerados. Para o estudo da arrecadação, consideramos a série da participação governamental, que compreende a arrecadação com os royalties e participações especiais, que

foram obtidas no sítio da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP).

As cotações das duas principais referências para o preço do petróleo costumavam ser próximas e serem mencionadas alternativamente como referência mundial, porém, a revolução dos não-convencionais nos EUA subverteu essa relação, gerando dúvidas sobre a utilidade do WTI como termômetro do mercado mundial. Sendo assim, preferiu-se a utilização da referência Brent. A série histórica da cotação spot do Brent, foi obtida no sítio da Agência Americana de Energia (EIA).

A análise compreenderá dados mensais entre janeiro de 2003 e dezembro de 2018, sendo que, para trabalharmos com séries estacionárias, tiramos a primeira diferença do logaritmo para todas as variáveis, com exceção da série cumulativa das quedas do preço do petróleo e da série cumulativa dos aumentos do preço do petróleo, as quais tiramos somente a primeira diferença.

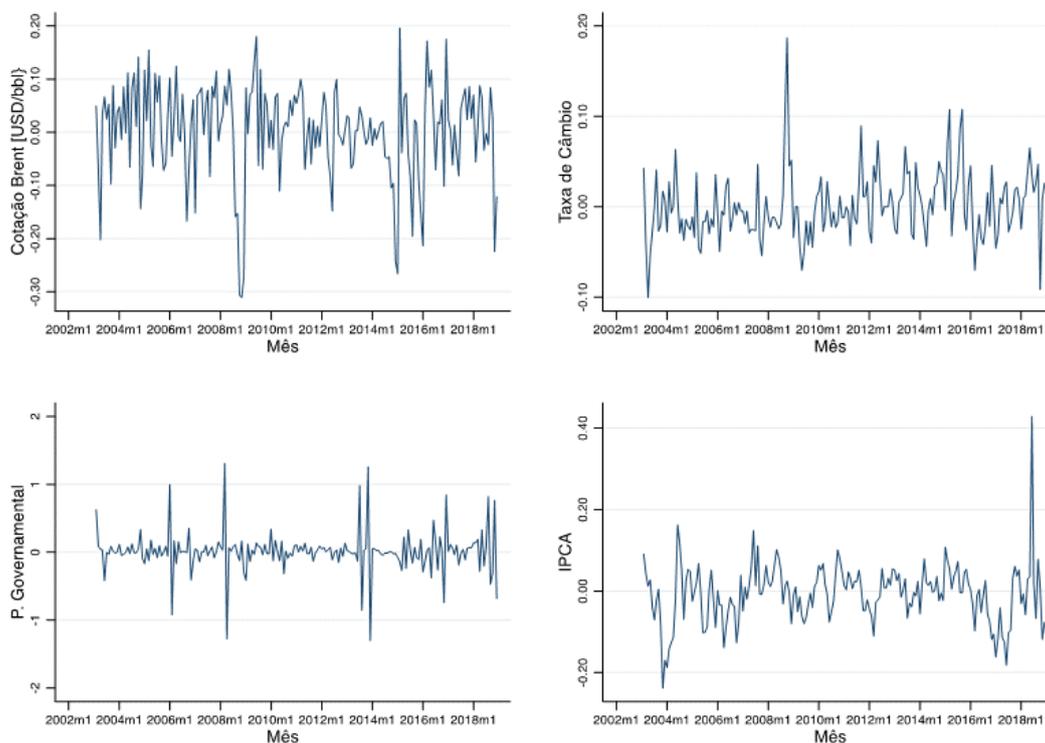


Gráfico 1 – Variáveis do modelo: Cotação do barril de petróleo Brent, Taxa de câmbio nominal, Participação governamental e IPCA.

Fontes: EIA, 2019; IPEA, 2019; ANP, 2019 e IBGE, 2019, respectivamente.

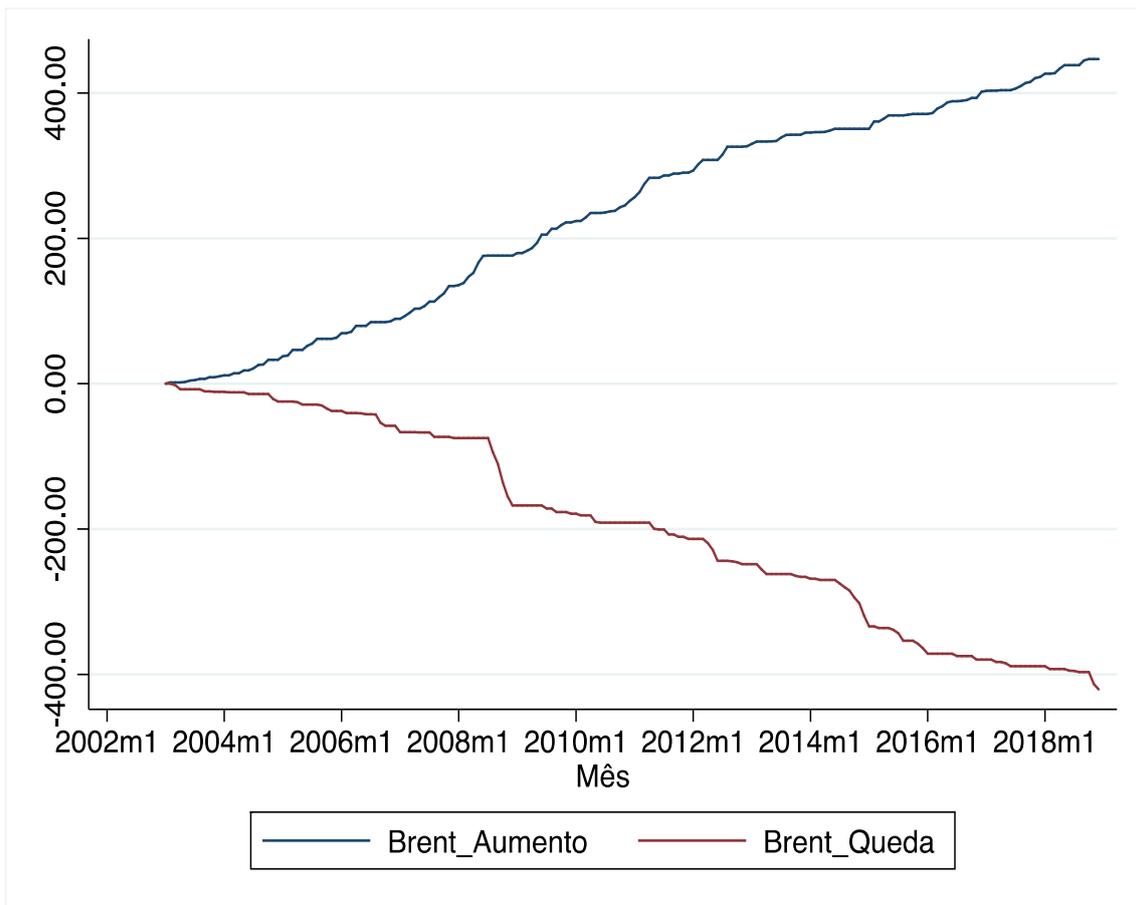


Gráfico 2 – Variáveis criadas a partir dos aumentos e quedas acumulados do preço do petróleo.
 Fonte: Elaboração própria com dados de EIA, 2019.

3.2 ESPECIFICAÇÃO DOS MODELOS ECONÔMICOS USADOS

Para estudar o impacto dos choques no preço do petróleo sobre a macroeconomia brasileira e se existe assimetria nas respostas das variáveis, será utilizado o modelo econométrico VAR (Vetor Auto-Regressivo). Além disso, analisaremos os resultados dos Testes de Raízes Unitárias, de Auto-Correlação de Resíduos e das Funções Impulso-Resposta.

3.2.1 Vetor auto-regressivo

Através do Modelo de Vetor Auto-Regressivo (VAR), introduzido por Sims (1980), tornou-se possível representar modelos econômicos completos, bem como estimar seus parâmetros.

Nesse modelo as variáveis são conjuntamente determinadas, ou seja, são explicadas por suas defasagens e pelas defasagens das demais variáveis. A vantagem dessa forma de especificação é que ela torna possível analisar o efeito da variação ao longo do tempo de determinada variável sobre as demais. Outros aspectos positivos da metodologia VAR são a não necessidade de impor qualquer restrição inicial de causalidade entre as variáveis, bem como o fato de não ser preciso assumir alguma relação de longo prazo entre as variáveis.

Como observa GUJARATI (2011), os modelos vetoriais auto-regressivos, apesar de sua simplicidade, apresentam resultados muitas vezes melhores do que os obtidos com métodos mais complexos. Como destaca GUJARATI (2011), deve-se observar que uma crítica comum aos modelos VAR surge do fato de eles serem ateóricos, por usarem menos informações a priori, ao contrário de certos modelos de equações simultâneas.

Nesse íterim, a escolha do modelo econométrico VAR para a condução do presente estudo se dá devido a sua larga utilização para analisar o tipo de relação entre os choques no preço do petróleo e a macroeconomia (BROWN; YÜCEL, 2002). Além disso, possui a vantagem de ser um modelo que permite colocar todas as variáveis do sistema como endógenas.

Considerando uma defasagem de p , a equação vetorial genérica para o modelo VAR(p) se dá por:

$$Y_t = c + \sum_{i=1}^p \Phi_i Y_{t-i} + \varepsilon_t, \text{ onde}$$

- $Y_t = (y_{1t}, y_{2t}, \dots, y_{nt})$ é o vetor das variáveis endógenas, com dimensão $n \times 1$;
- $Y_{t-1} = (y_{1,t-1}, y_{2,t-1}, \dots, y_{n,t-1})$ corresponde a variável endógena com i de defasagem;
- Φ_i é a matriz de dimensão $n \times n$ dos coeficientes auto-regressivos do vetor Y_{t-i} para $i = 1, 2, \dots, p$;
- $c = (c_1, c_2, \dots, c_n)$ é o vetor de intersecção do modelo VAR, com dimensão $n \times 1$;
- $\varepsilon_t = (\varepsilon_{1t}, \varepsilon_{2t}, \dots, \varepsilon_{nt})$ é o vetor de erro do modelo, com dimensão $n \times 1$.

3.2.2 Testes de raízes unitárias

Para construir um modelo VAR, é relevante saber se as séries em estudo são ou não estacionárias. Uma série é estacionária quando as distribuições de probabilidades são estáveis no decorrer do tempo, no sentido de, se uma coleção de dados for deslocada para um período seguinte, a distribuição de probabilidade conjunta deve permanecer inalterada. Neste sentido, aplicaremos os testes *Augmented Dickey-Fuller* (ADF) que permite analisar a existência da raiz unitária. Para realizar o teste é necessário fazer a seguinte regressão:

$$\Delta y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \delta Y_{y-1} + \sum_{t=1}^{t-1} \alpha_i \Delta Y_{t-1} + \varepsilon_t$$

Onde:

- Y_t é a série temporal;
- y_t é a variável de interesse;
- β_1 e β_2 são coeficientes;
- t é o tempo;
- ε_t é o termo de erro.

Dickey e Fuller (1979) mostraram que o valor estimado para δ segue a estatística tau e calcularam os valores críticos para a distribuição. O teste tem como hipótese nula a existência da raiz unitária. Portanto, este teste será utilizado para verificar se as séries usadas neste estudo são estacionárias.

3.2.3 Testes de definição do lag ótimo

Para encontrar a defasagem (*lag*) ótima para o modelo em estudo, isto é, até quantos períodos as variáveis se influenciam, serão utilizados os critérios de informação.

O argumento para a utilização do critério de informação consiste no seguinte fato: cada regressor que é adicionado ao modelo faz com que a soma dos resíduos não aumente e, muitas vezes, diminua. Isso implica que a redução da soma dos resíduos ocorre devido ao aumento do número de regressores. Para balancear essa relação, é associada uma penalidade ao aumento do número de regressores. Quando a penalidade decorrente da incorporação de um regressor adicional for menor que a diminuição da soma de resíduos, deve-se adicioná-lo ao modelo.

Os critérios de informação mais recorrentes são o Akaike (AIC), o Schwarz (SC) e o Hannah-Quinn (HQ). Tais critérios não são consensuais na escolha do número de *lags* adequado e, apesar de o critério de Schwarz ser por norma mais consistente, uma vez que é o que penaliza mais a entrada de *lags* adicionais, para este estudo será utilizado o critério AIC, que tem como função ponderar a qualidade da regressão e sua complexidade (GUJARATI, 2011). O critério de Akaike (AIC) é descrita como:

$$AIC = e^{\frac{2k}{n}} \times \frac{RSS}{n}$$

Onde:

- n é o tamanho da amostra;
- k é o número de parâmetros estimados;
- RSS é a soma dos quadrados dos resíduos da regressão.

3.2.4 Teste de auto-correlação dos resíduos

O teste de multiplicadores de Lagrange (LM) para auto-correlação residual foi proposto por Breusch (1978) e Godfrey (1978), com modificação de Godfrey (1988). O teste parte da estimativa de um modelo de VAR e segue, gerando um processo auto-regressivo de ordem p para os resíduos do VAR, pressupondo que os resíduos tenham comportamento auto-regressivo: $u_t = \rho_1 u_{t-1} + \rho_2 u_{t-2} + \dots + \rho_p u_{t-p} + \varepsilon_t$ e, com isso testa-se a hipótese nula de inexistência de auto-correlação entre os resíduos: $H_0: \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_p = 0$.

3.2.5 Funções impulso-resposta

Estudos de funções impulso respostas têm como intuito de compreender os efeitos de choques aleatórios nas séries temporais (HILL & GRIFFITHS, 2008). Dado a estrutura dinâmica do VAR, um choque nos termos de erros modificaria o valor da variável dependente no momento presente e em períodos futuros, bem como provocaria respostas nos valores futuros das demais variáveis do sistema. Dado um modelo VAR com três variáveis y_t , z_t e x_t , é possível escrever:

$$\begin{bmatrix} y_t \\ z_t \\ x_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{10} \\ a_{20} \\ a_{30} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_{t-1} \\ z_{t-1} \\ x_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_{1t} \\ \varepsilon_{2t} \\ \varepsilon_{3t} \end{bmatrix}$$

Resolvendo a matriz, tem-se o seguinte sistema algébrico:

$$\begin{cases} y_t = a_{10} + a_{11}y_{t-1} + a_{12}z_{t-1} + a_{13}x_{t-1} + \varepsilon_{1t} \\ z_t = a_{20} + a_{21}y_{t-1} + a_{22}z_{t-1} + a_{23}x_{t-1} + \varepsilon_{2t} \\ x_t = a_{30} + a_{31}y_{t-1} + a_{32}z_{t-1} + a_{33}x_{t-1} + \varepsilon_{3t} \end{cases}$$

Considerando a condição de estabilidade, ou seja, que os autovalores do polinômio característico estejam fora do círculo unitário, o processo regressivo pode ser escrito em termos de medias moveis, tal como segue-se:

$$\begin{bmatrix} y_t \\ z_t \\ x_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \bar{y} \\ \bar{z} \\ \bar{x} \end{bmatrix} + \sum_{i=0}^{\infty} \begin{bmatrix} \phi_{11} & \phi_{12} & \phi_{13} \\ \phi_{21} & \phi_{22} & \phi_{23} \\ \phi_{31} & \phi_{32} & \phi_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varepsilon_{y1t} \\ \varepsilon_{z2t} \\ \varepsilon_{x3t} \end{bmatrix}$$

Simplesmente, podemos escrever na forma reduzida:

$$x_t = \mu + \sum_{i=0}^{\infty} \phi_i \varepsilon_{t-i},$$

em que:

- x é o vetor das variáveis endógenas;
- $\mu = [\bar{x}, \bar{y}, \bar{z}]$ é o vetor de médias não condicionadas de y_t , z_t e x_t e,
- \emptyset mede o efeito de um choque ou inovação nos erros sobre os valores presente e futuro das variáveis y_t , z_t e x_t . Os coeficientes \emptyset podem ser compreendidos como a função impulso-resposta ortogonalizada.

Desde que os termos de erro não sejam correlacionados contemporaneamente, a função impulso-resposta é interpretada diretamente por \emptyset . No entanto, é possível que os erros estejam correlacionados no tempo, neste caso é necessário impor restrições aos coeficientes do modelo.

A metodologia mais utilizada é a Decomposição de Cholesky, a qual impõe uma ordenação causal entre as variáveis do VAR. Essa técnica foi sugerida pela primeira vez por Sims (1980), e tornou-se amplamente utilizada nas últimas décadas. Essa técnica assegura que os termos de erro em cada equação no sistema sejam ortogonais. Supõe-se que alguns dos coeficientes sejam iguais a zero e que os termos de erro não sejam correlacionados contemporaneamente, o que implica considerar que os termos de erro de cada equação sejam ortogonais em relação ao resíduo da equação precedente.

Para aferir e investigar o impacto dinâmico dos choques do preço do petróleo sobre as variáveis do sistema VAR, período após período, serão utilizadas as funções impulso-resposta ortogonalizadas.

3.2.6 Decomposição de variância

Uma maneira de determinar a importância dos diferentes choques na explicação de variáveis dependentes, é calcular as frações da variância do erro de previsão dessas variáveis atribuíveis aos respectivos choques ortogonais. A variância de qualquer variável dependente em resposta aos choques ortogonais, pode ser considerada como a variância dos erros na previsão. Sem os choques nós preveríamos que a variável permanecesse inalterada.

Sendo assim, essa técnica consiste em demonstrar como determinada variável responde a choques em outra variável. Especificamente, fornece o percentual do erro da variância prevista atribuída aos choques de uma determinada variável versus os choques nas outras variáveis do sistema (MORETIN; TOLOI, 2008).

3.2.7 Ordenação das variáveis

Um problema com esse tipo de análise de resposta ao impulso é que a ordenação das variáveis não pode ser determinada com métodos estatísticos. Logo, precisa ser especificada pelo pesquisador. A ordenação deve ser tal que a primeira variável seja a única com potencial impacto imediato em todas as outras variáveis. A segunda variável pode ter um impacto imediato nos últimos $N - 2$ componentes da série e assim por diante. A escolha do ordenamento, pode determinar as funções impulso-resposta e, portanto, é crítico para a interpretação do sistema.

Apesar das evoluções trazidas, os modelos VAR têm duas limitações mais citadas. A primeira refere-se ao elevado número de parâmetros, com reflexo no tamanho da amostra requerido para que se obtenha uma estimação confiável. A outra defende que cada modelo VAR é simplesmente uma forma reduzida, ou seja, as mesmas relações entre as variáveis e suas defasagens são simultaneamente compatíveis com vários diferentes modelos que descrevem as relações contemporâneas entre as variáveis, as chamadas formas estruturais (BCB, 2004).

Todos os efeitos das variáveis omitidas são considerados nas inovações. Se variáveis importantes forem omitidas do sistema, isso pode levar a grandes distorções nas funções impulso-resposta e torná-las sem valor para interpretações estruturais.

Neste trabalho, a ordenação proposta é a seguinte: (i) Preço de petróleo, (ii) Taxa de câmbio, (iii) Participação Governamental e (iv) Inflação.

O preço do petróleo é responsável pelo impulso nas outras variáveis endógenas sendo, portanto, a primeira variável ordenada no VAR. A taxa de câmbio de países em desenvolvimento com exportações concentradas em commodities primárias pode ser relacionada com variações nos preços internacionais de *commodities*. Para que isto ocorra, um aumento no preço de uma determinada *commodity* vai ocasionar um efeito renda no país produtor, que recebe mais dólares por suas exportações e assim teria sua moeda nacional fortalecida (apreciada frente às demais moedas).

A participação governamental é a terceira variável a ser ordenada no modelo em estudo. No caso brasileiro, esta variável é composta por 4 tipos de receitas a serem discriminadas abaixo:

- I - Bônus de assinatura - montante pago pelo licitante vencedor, na assinatura do contrato, pelo direito de exploração de petróleo ou gás natural;
- II - *Royalties* - participação no resultado da exploração de petróleo ou gás natural;
- III - Participação especial - compensação financeira extraordinária devida pelos concessionários, nos casos de grande volume de produção ou de grande rentabilidade;
- IV - Retenção de área - realizado anualmente e tem o valor fixado por quilômetro quadrado ou por fração da superfície do bloco, no edital e no contrato.

Para o modelo apresentado, as parcelas referentes aos bônus de assinatura e a retenção de área não serão consideradas, sendo assim, consideraremos somente o *royalty* que é uma contribuição mensal, e a participação especial que é uma compensação trimestral sobre a produção de petróleo de campos de alta produção.

A inflação é a última variável do modelo, dado que o repasse dos aumentos dos preços do petróleo para os preços de derivados no Brasil não se dá de forma direta e linear, muitas vezes ocorrendo apenas parcialmente, com a Petrobras acomodando parte dos aumentos de preços.

4 RESULTADOS

Este capítulo, organizado em 2 seções, apresenta e discute os principais resultados alcançados, suas implicações e produz sugestões sobre o problema de pesquisa previamente selecionado.

A primeira seção apresenta os resultados alcançados a partir da aplicação do modelo VAR, buscando identificar o poder explanatório entre as quatro variáveis em estudo. A segunda seção, discute a presença de assimetria na resposta das variáveis a estímulos de queda e aumento no preço do petróleo

4.1 ANÁLISE DE RESULTADOS PARA OS MODELOS VAR

A primeira premissa do modelo VAR que deve ser atendida é o argumento de que a série histórica utilizada seja estacionária, sendo assim, foi realizado o teste de Dickey-Fuller para verificar o atendimento desse quesito. Neste teste, a hipótese nula é a existência da raiz unitária. Conforme descrito no capítulo 3 deste estudo, para que o processo seja classificado como estacionário, ele não deve possuir raiz unitária. Sendo assim, para que a série atenda ao modelo, é necessário que a hipótese nula seja rejeitada.

Desta forma, foram realizados os testes para as três variáveis de estudo, apresentados na tabela 1:

Tabela 2 – Resultado do Teste de Dickey-Fuller Aumentado.

		Estatística do teste	Nível de significância		
			1%	5%	10%
Taxa de Câmbio	Estatística t	-6,277	-3,481	-2,884	-2,574
	P-valor	0	-		
Participação Governamental	Estatística t	-7,971	-3,482	-2,884	-2,574
	P-valor	0	-		
IPCA	Estatística t	-4,782	-3,482	-2,884	-2,574
	P-valor	0,0001	-		

Fonte: Autor.

A partir da análise da Tabela 1, podemos observar o p-valor apresentado em cada teste para cada variável. Com base nesta análise, é possível concluir para as três variáveis que, a um nível de significância de 95%, a hipótese nula pode ser rejeitada, ou seja, nenhuma das séries apresentadas possui raiz unitária. Logo, atendem a premissa do modelo VAR de que as séries históricas analisadas são estacionárias.

Após a verificação do atendimento à primeira premissa, foi realizado o teste de seleção do número de *lags* a ser utilizado no modelo VAR com base na equação 4, abordada no capítulo 3 deste estudo, obtendo-se a Tabela 2 de resultados:

Tabela 3 – Resultado do teste de definição de *lag* ótimo.

Lag	LR	FPE	AIC	HQIC	SBIC
0	-	1,4e-09	-9,06481	-9,03593	-8,99358
1	139,71	7,4e-10	-9,66656	-9,52215*	-9,31043*
2	43,389	7,0e-10*	-9,73019*	-9,47025	-9,08915
3	25,581	7,3e-10	-9,69433	-9,31886	-8,76838
4	21,479	7,7e-10	-9,63555	-9,1456	-8,4247
5	45,878	7,1e-10	-9,71308	-9,10.656	-8,21732
6	23,374	7,5e-10	-9,66489	-8,94285	-7,88423
7	16,964	8,2e-10	-9,58089	-8,74332	-7,51532
8	14,175	9,1e-10	-9,48131	-8,52821	-7,13083
9	17,509	1,0e-09	-9,40035	-8,33173	-6,76497
10	14,322	1,1e-09	-9,30159	-8,11744	-6,38131
11	18,432	1,2e-09	-9,2258	-7,92612	-6,02061
12	36,601*	1,2e-09	-9,2515	-7,8363	-5,76141

Fonte: Autor.

A Tabela 2 nos mostra o número de *lags* que possui maior poder de explicação para o modelo de acordo com diversos critérios. Neste teste, o objetivo é escolher o número de *lags* que minimiza AIC(m), e que é representado pela coluna AIC com *. Para este estudo, foi utilizado o critério Akaike (AIC) apresentado na terceira coluna da tabela.

Por este critério, o número ideal para o modelo VAR que englobasse as séries históricas das quatro variáveis seria de 2 *lags* para uso no modelo VAR sobre as séries de dados informadas. No entanto, após a definição do número de *lags*, o modelo VAR para identificar o poder explanatório entre as variáveis foi estimado seguido pelo teste LM, que identificou que a existência de auto-correlação entre

os resíduos para 2 lags e, no teste com 3 lags, a auto-correlação foi eliminada conforme apresentado na tabela 3 abaixo:

Tabela 4 – Resultado do teste LM para 1, 2 e 3 lags.

Lag	p-Valor		
	1	2	3
1	0,00022	0,00050	0,15461
2		0,06314	0,14455
3			0,20454

Fonte: Autor.

Após verificar que o modelo atende a todas as premissas definidas, o VAR foi estimado com 3 defasagens, obtendo-se os resultados apresentados no gráfico 3.

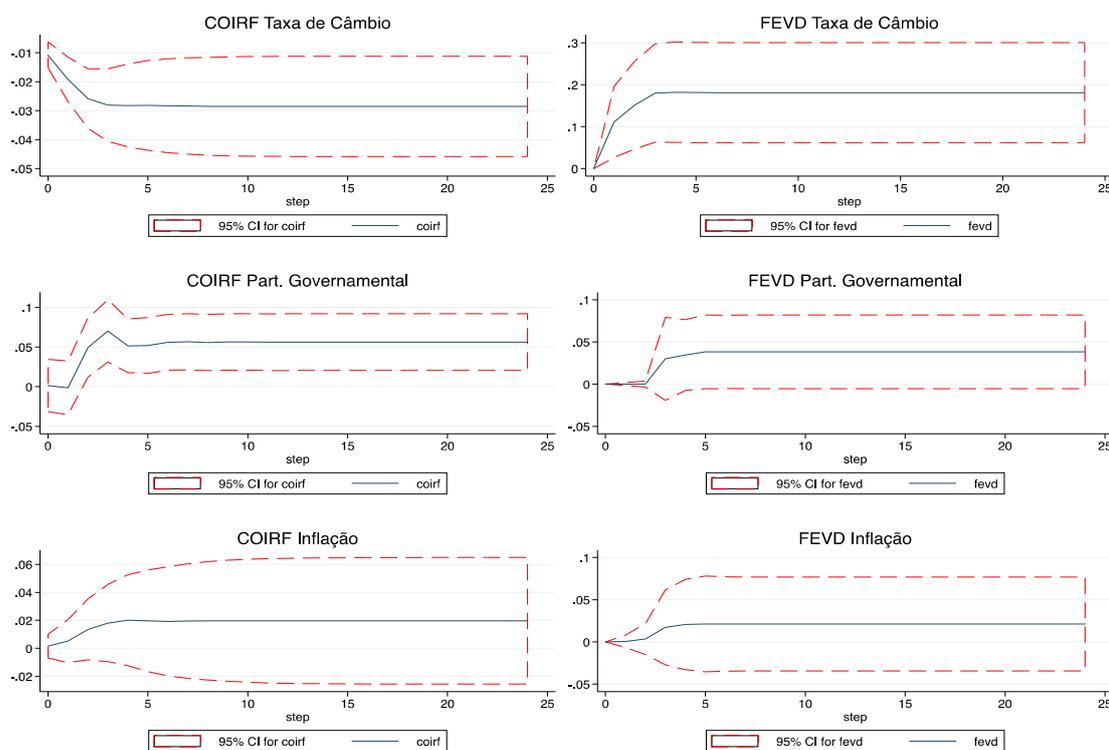


Gráfico 3 – Funções de impulso-resposta cumulativas ortogonalizadas, com as respectivas decomposições das variâncias dos erros para cada variável.

Fonte: Autor.

Nas tabelas de gráficos apresentadas nesse trabalho, as funções impulso-resposta cumulativas estão representadas na primeira coluna, seguidas pelas decomposições das variâncias dos erros para cada variável do modelo.

Para as funções de impulso-resposta, o eixo das abscissas denota o tempo em meses, e o eixo das ordenadas a mudança em desvios-padrões. Para a decomposição das variâncias dos erros, o eixo das ordenadas representa a porcentagem da variância de previsão dos retornos.

As variáveis apresentam resultados diversos após as variações unitárias no preço do petróleo e se dissipam em torno de 5 meses, sendo que as respostas obtidas para a inflação e câmbio apresentam-se com menor intensidade. Por exemplo, uma variação positiva no preço do petróleo causa, no curto prazo, uma queda na taxa de câmbio nominal e, apesar da pequena mudança observada, o câmbio é um dos maiores afetados por mudanças no preço do petróleo, como podemos observar na coluna que retrata a decomposição das variâncias do modelo.

Variações no preço de petróleo geram um aumento lento e persistente da inflação apesar de estatisticamente insignificante (CAVALCANTI; JALLES, 2013). Nessa linha, observa-se uma baixa participação do preço do petróleo na decomposição da variância dos erros da variável IPCA. A maior e mais rápida mudança em uma variável pós mudanças no preço do petróleo é observada na participação governamental, que apresenta um aumento.

Foi realizada uma análise secundária com outra ordenação das variáveis. O intuito dessa análise, era verificar se os resultados obtidos com o VAR ordenado da forma exposta acima, seriam capazes de se manter com outra ordenação. Conforme exposto no gráfico 4, ao invertermos as variáveis Inflação e Participação Governamental, os resultados praticamente não se alteram.

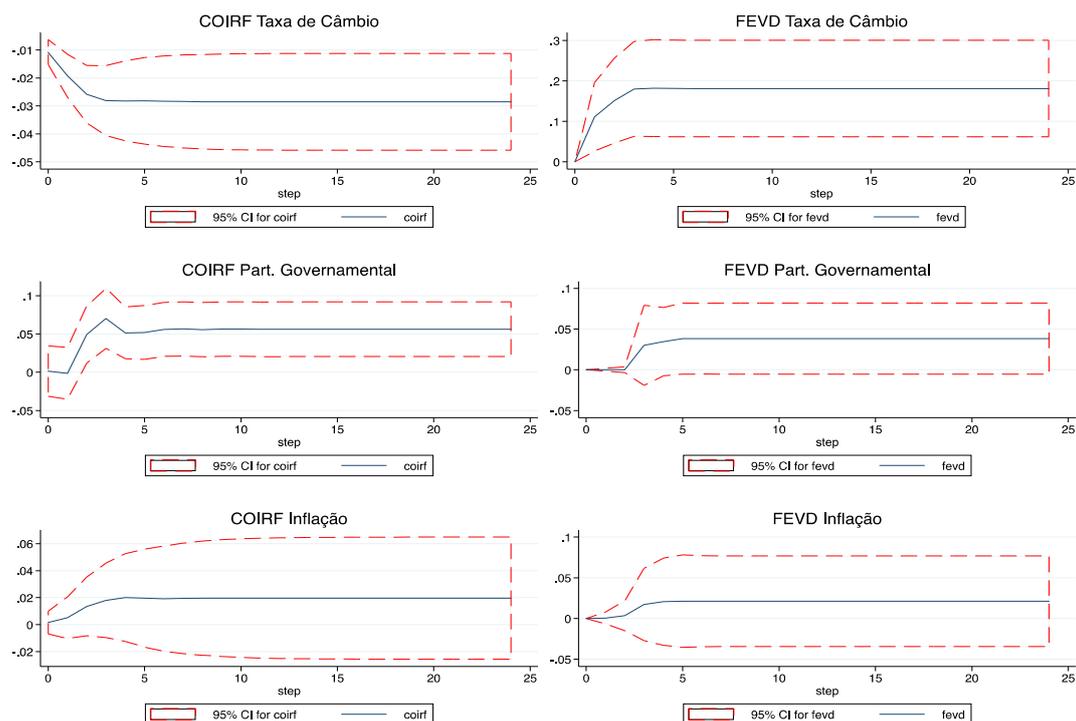


Gráfico 4 - Funções de impulso-resposta ortogonalizadas, com as respectivas funções cumulativas e a decomposição das variâncias dos erros para cada variável de acordo com a segunda ordenação analisada.

Fonte: Autor.

Para uma análise melhor, dividimos o período do estudo em 2 amostras: uma de 2003 até 2010 e outra de 2011 até 2018 devido a mudanças que ocorreram na indústria mundial de petróleo.

A combinação de técnicas de perfuração horizontal juntamente com técnicas de fraturamento hidráulico desenvolvidas nos anos 70, e o alto preço do petróleo tornou possível a produção de grandes volumes de hidrocarbonetos não-convencionais. Sendo assim, em 2014, o mercado de óleo e gás sofreu uma transformação significativa devido ao excesso de oferta causado, em grande parte, pelo aumento da produção americana deste tipo de hidrocarboneto.

Podemos observar que, a partir de 2011, a produção de óleo não-convencional começou a alcançar valores mais expressivos principalmente com o aumento de produção nas áreas de *Eagle Ford* e *Bakken*, conforme mostrado no Gráfico 5.

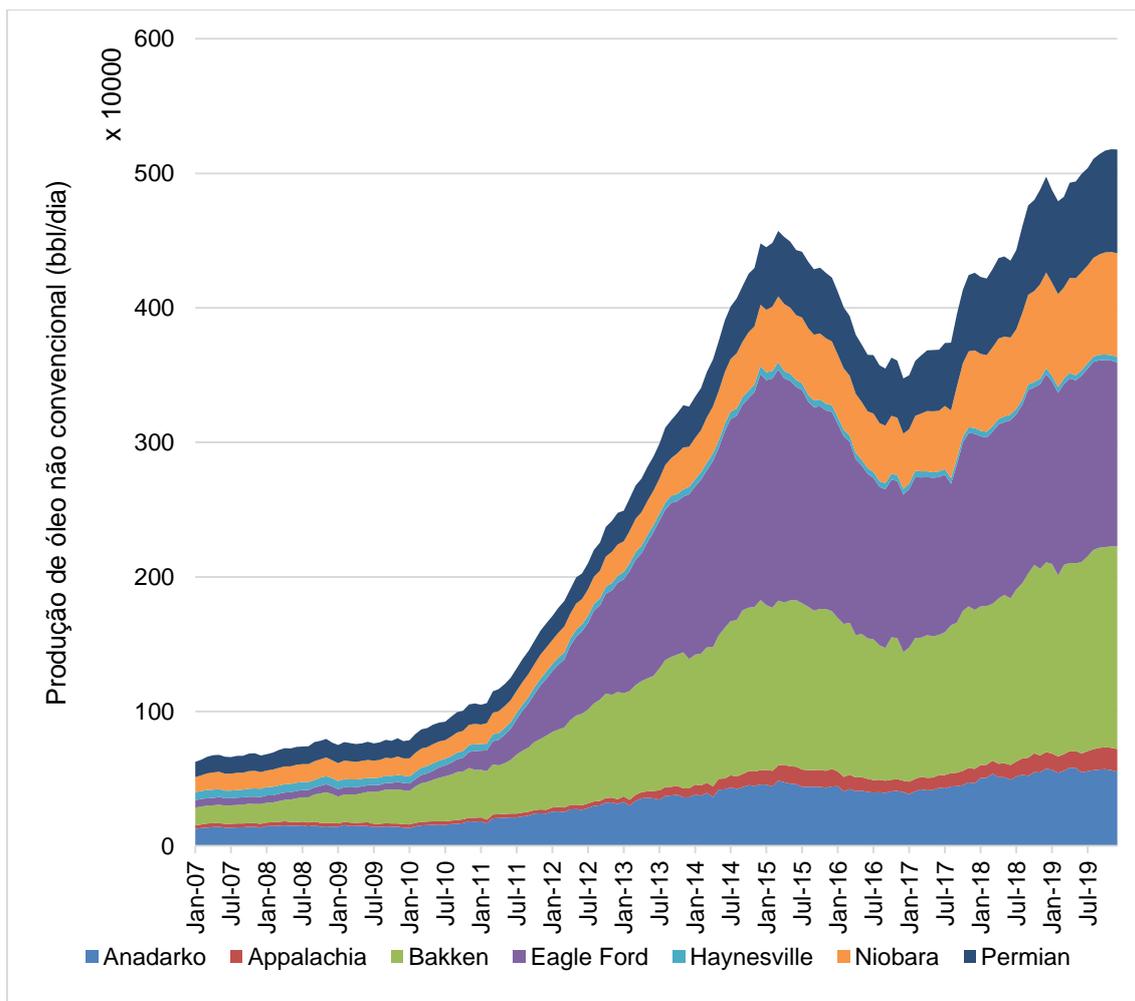


Gráfico 5 – Produção de óleo não convencional nos EUA por bacia sedimentar.
Fonte: EIA, 2019.

Para tanto, foram realizados os mesmos testes para assegurar que as séries são estacionárias e que não há auto-correlação entre os resíduos das séries. Para o primeiro período, foi utilizado 1 lag, enquanto para o segundo período analisado foi de 2 lags, como previsto pelos modelos respectivos. Os resultados obtidos para os testes relacionados aos 2 subperíodos analisados encontram-se no apêndice.

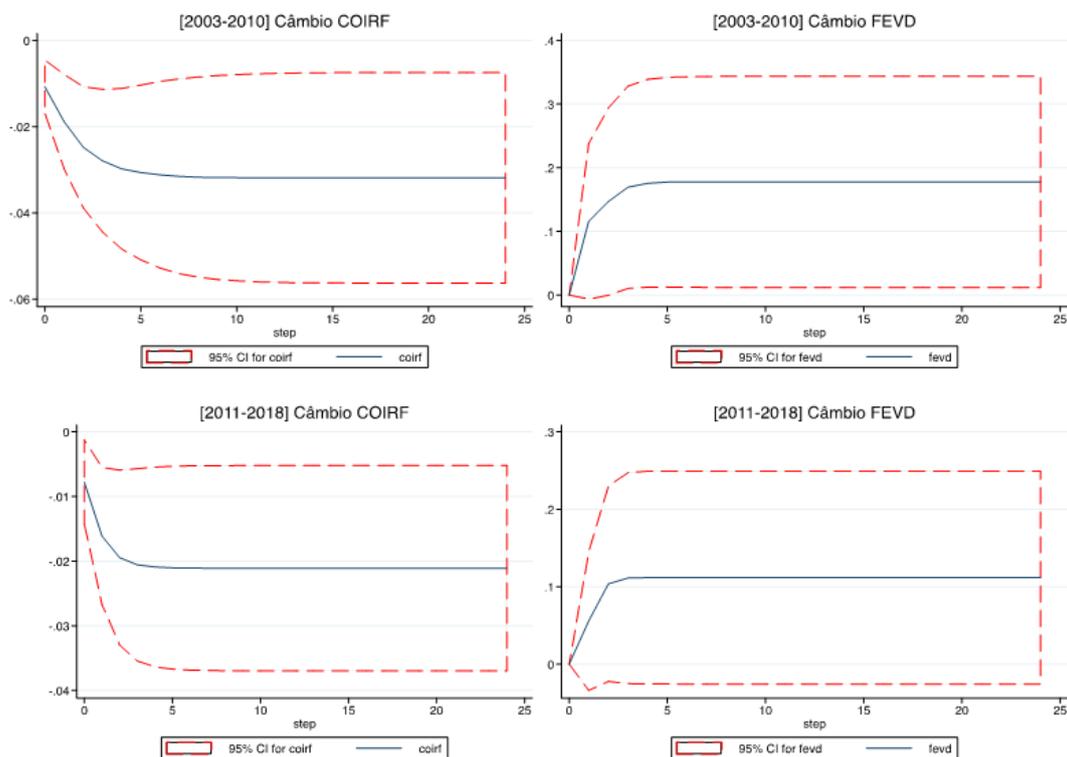


Gráfico 6 – Comparação entre as funções de impulso-resposta cumulativas ortogonalizadas, com as respectivas decomposições das variâncias dos erros para a taxa de câmbio nos períodos analisados.
 Fonte: Autor.

A taxa de câmbio apresenta um desempenho consistente nos dois períodos analisados, dissipando o estímulo causado pelo choque em torno de 5 meses e com participação relevante, em torno de 10-15%, na decomposição dos erros das variâncias mostrando que as variações no preço do petróleo em decorrência da evolução da exploração de reservas não-convencionais, ou outras mudanças no ambiente macroeconômico brasileiro não afetaram seu comportamento frente ao petróleo, *ceteris paribus*.

Verissimo *et al.* (2012) afirma que a correlação do câmbio real se mostra mais expressiva com os preços das commodities não-energéticas, com destaque para matérias-primas e alimentos. Sendo assim, o período que apresenta correlação negativa no gráfico abaixo, apresentou predomínio das commodities energéticas na sua composição, dado que em ambos períodos um choque positivo no preço do petróleo levou a uma resposta negativa da taxa de câmbio.

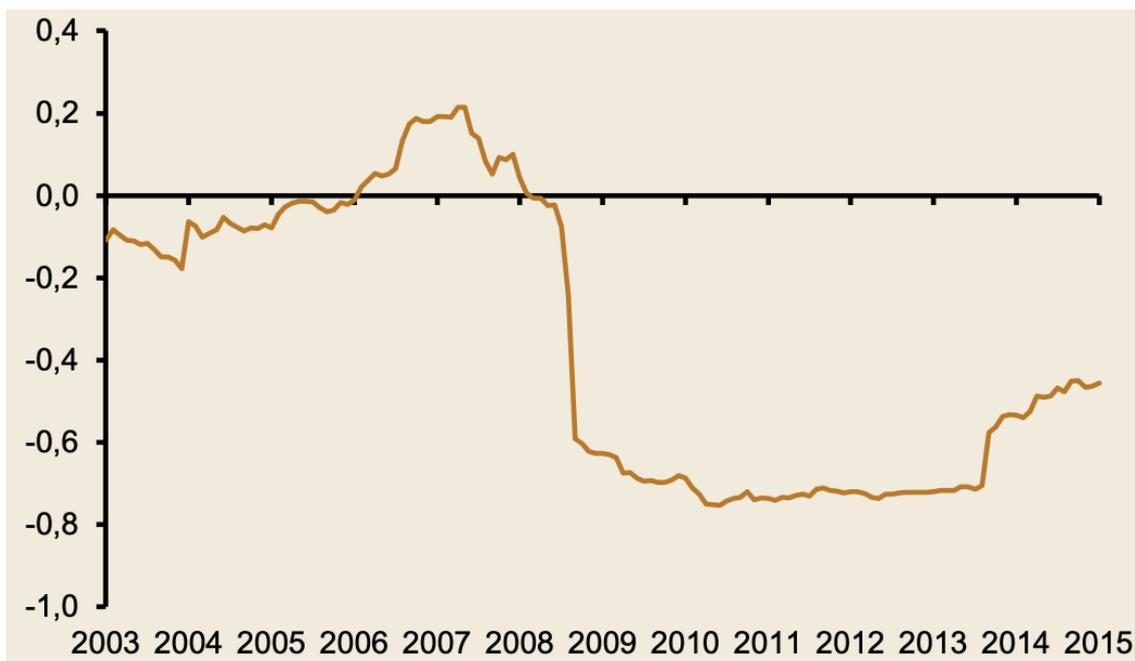


Gráfico 7 – Correlação entre taxa de câmbio e commodities – Janela móvel de 60 meses.
 Fonte: BCB, 2015.

Com a extinção do controle de preços a partir de janeiro de 2002, o esperado seria que os preços nacionais acompanhassem, na média, os preços internacionais. No entanto, verifica-se um controle indireto dos preços por parte dos governos através da figura da Petrobras.

No Brasil, notadamente a partir de 2005, os movimentos da taxa de câmbio doméstica vêm coincidindo com variações de sentido inverso nos preços internacionais das commodities, trajetória influenciada pela crescente participação das commodities na balança comercial do país. A correlação entre essas variáveis mostrada acima recuou continuamente de 2007 a 2010, quando atingiu o patamar de -0,7, mantido até 2013. A partir desse ano, o coeficiente de correlação aumentou – mas seguiu em campo negativo –, evolução associada, em parte, ao esgotamento do impacto do período mais crítico da crise internacional. (BCB, 2015)

Ressalte-se que embora os coeficientes de correlação identifiquem alteração na relação entre as variáveis a partir de meados de 2007, essa mudança estrutural pode ter ocorrido um pouco antes, na medida em que os coeficientes calculados para 2005 e 2006 são influenciados por variações ocorridas nos quatro anos anteriores, dificultando, portanto, a identificação da nova relação na margem.

Conforme observado por Colomer e Tavares (2012), os preços dos combustíveis acompanham as tendências internacionais entre os anos de 2002 e 2004. A partir de então, os preços domésticos tornaram-se estáveis, principalmente entre o fim de 2005 e meados de 2008. Desde o fim de 2008 até o início de 2011, os preços praticados no Brasil foram, em média, mais altos do que os preços internacionais, gerando ganhos para a Petrobras.

Pode-se perceber que a trajetória ascendente dos preços internos da Gasolina A ainda permanece abaixo dos preços internacionais de referência para este combustível até o final de 2014, quando os preços internacionais apresentaram uma queda mais pronunciada. Observa-se, também, que em 2011, os preços nacionais e internacionais eram mais próximos, ao contrário do verificado em 2012, quando houve um maior distanciamento dos preços, impulsionado pela variação cambial.

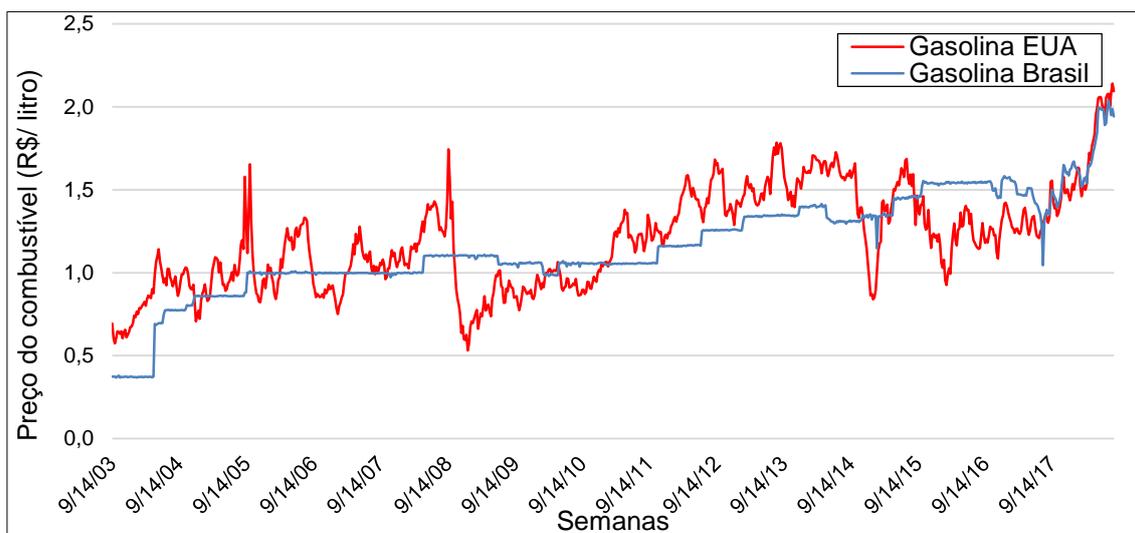


Gráfico 8 – Gráfico dos preços da gasolina pura ao produtor no Brasil e gasolina no Golfo do México nos EUA.

Fonte: Elaboração própria com dados de ANP e EIA, 2019.

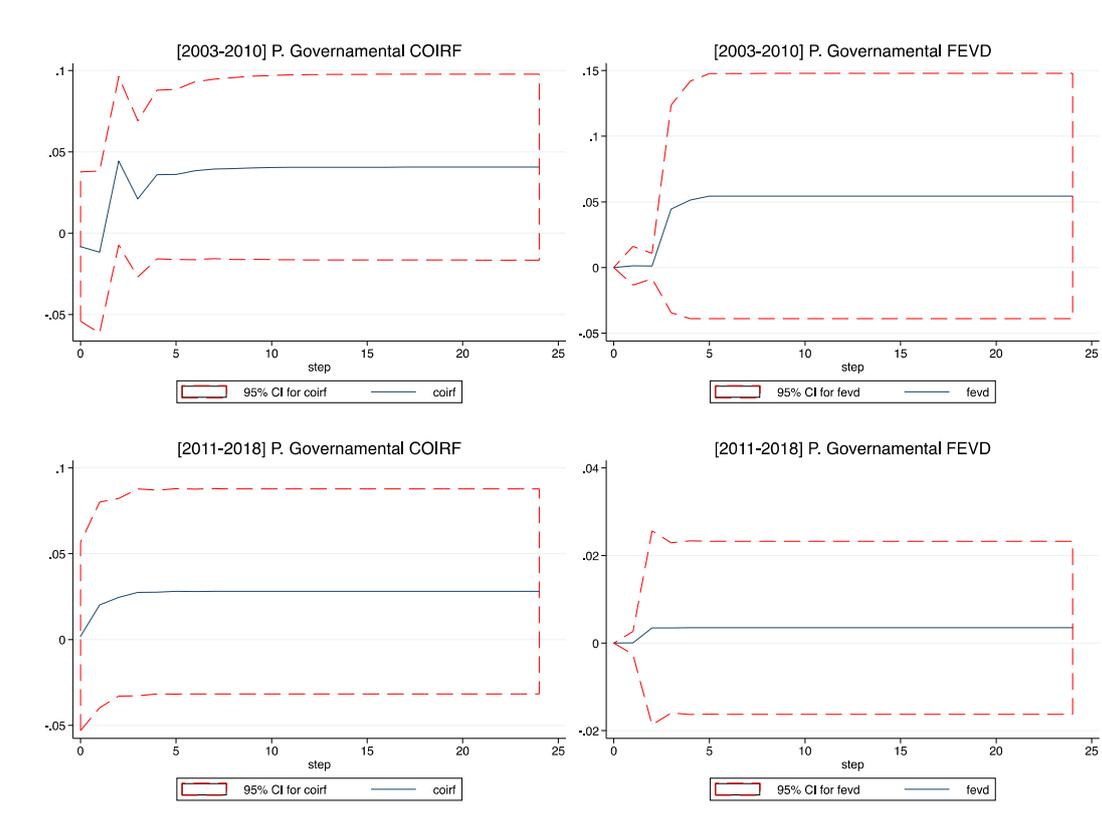


Gráfico 9 - Comparação entre as funções de impulso-resposta cumulativas ortogonalizadas, com as respectivas decomposições das variâncias dos erros para a participação governamental nos períodos analisados.

Fonte: Autor.

Para os dois períodos observados, a participação governamental exibe comportamento similar em relação as funções impulso resposta, com o período de 2003 até 2011 apresentando uma estabilização mais lenta do que o período subsequente. No entanto, a decomposição da variância dos erros é maior para o segundo período. Essa maior participação do preço do petróleo no segundo período pode ser relacionada a uma produção média 35% maior em comparação com o período anterior como vemos no gráfico abaixo. Além disso, a entrada em vigor dos contratos de partilha, garantiu maior arrecadação para o governo em comparação com os contratos de concessão, reforçando um maior peso do preço do petróleo na participação governamental.

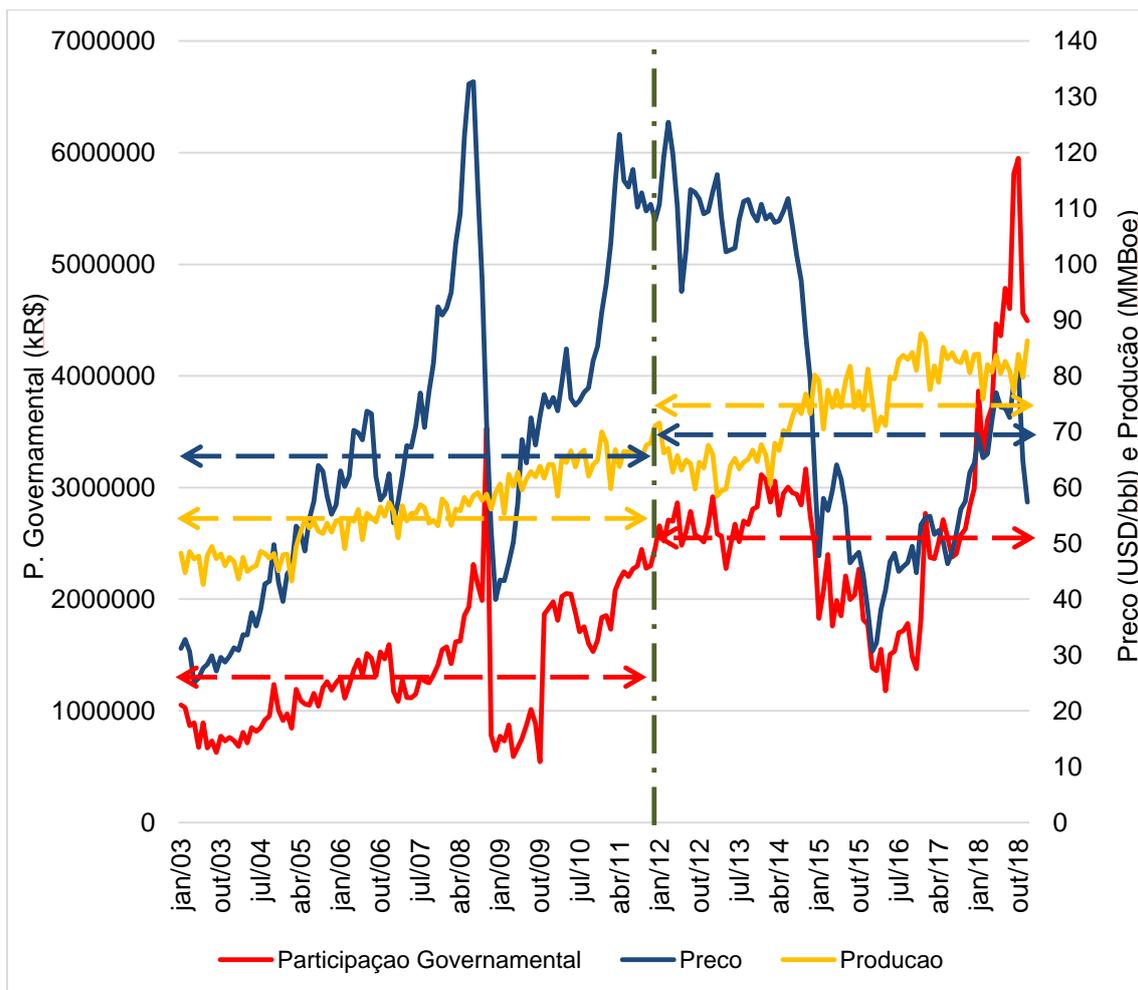


Gráfico 10 - Histórico de preços, produção de petróleo nacional e participação governamental. Fonte: Elaboração própria com dados da ANP e EIA, 2019.

Tabela 5 – Médias da participação Governamental, Preço do petróleo e Produção Nacional de Petróleo.

	Participação Governamental (kR\$)	Preço (USD/bbl)	Produção (Mmboe)
P1	1.249.863,71	65,83	55,56
P2	2.592.782,53	70,60	75,08
Variação (%)	107%	7%	35%

Fonte: Elaboração própria com dados da ANP e EIA, 2019.

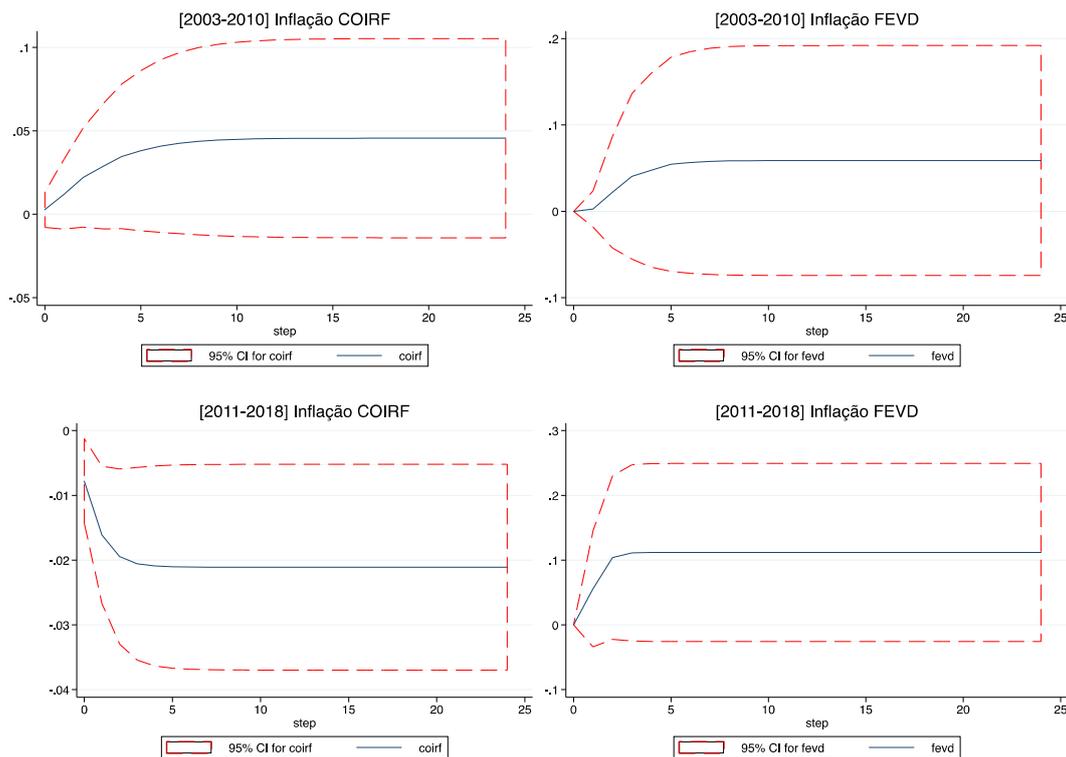


Gráfico 11 - Comparação entre as funções de impulso-resposta cumulativas ortogonalizadas, com as respectivas decomposições das variâncias dos erros para a inflação nos períodos analisados.

Fonte: Autor.

Apesar da pequena variação observada na inflação pode-se observar que no primeiro período a inflação demora mais a se dissipar, em torno de 10 meses, enquanto no segundo período o choque desaparece em aproximadamente 5 meses. Isso denota uma maior persistência dos efeitos do choque no primeiro período e, em consequência, uma maior resposta ao impulso acumulada apesar da pouca participação na decomposição dos erros das variâncias.

A diferença entre os dois períodos, no que se refere à persistência da inflação no VAR, pode ter relação com a difusão da inflação, dado que durante o segundo período observou-se um aumento nos índices de difusão, ratificando a percepção de uma inflação mais difundida entre todos os setores da economia.

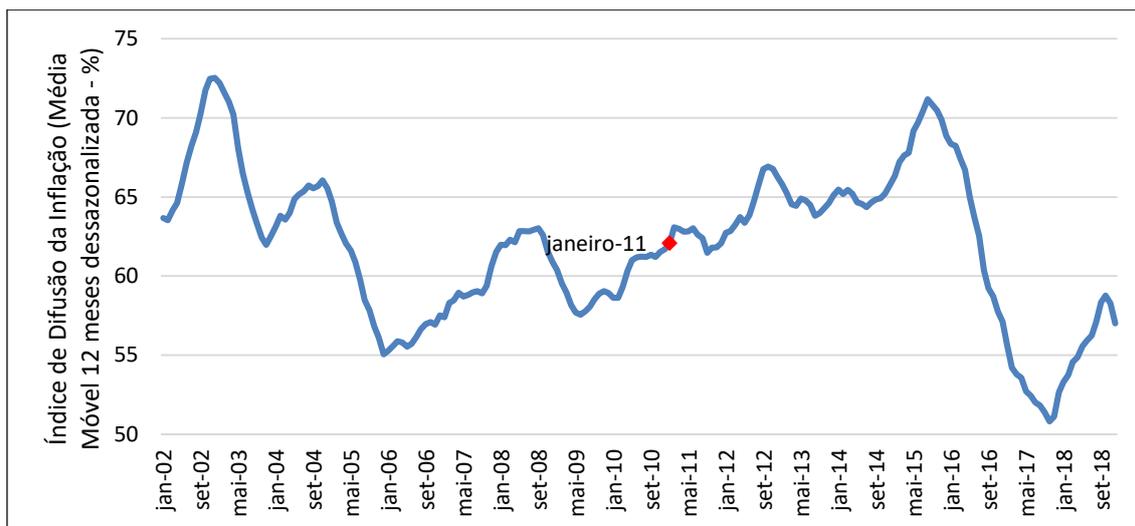


Gráfico 12 – Índice de difusão da inflação.
 Fonte: BCB, 2019.

Outro cenário possível é que, dadas as correlações entre inflação e câmbio apresentadas anteriormente, houve uma redução no repasse de variações na taxa de câmbio para a inflação ao consumidor no Brasil. Essa redução afetou com maior intensidade o segundo período analisado, visto que pressões inflacionárias provenientes da taxa de câmbio passaram a ser compensadas, mais intensamente, por variações de sentido contrário nos preços das commodities. (BCB, 2015)

É importante ressaltar que pressões sobre os preços originárias de movimentos na taxa de câmbio podem ser neutralizadas, ainda, pelo impacto do efeito renda – decorrente de mudanças nos termos de troca – sobre a demanda agregada. A deterioração dos termos de troca gera efeito renda negativo, reduzindo a renda real, o que resulta em menor demanda por bens não-comercializáveis, levando a um recuo nos preços desses bens, portanto a uma redução na taxa de câmbio. (BCB, 2015)

Outros dois pontos importantes que aconteceram durante o segundo período analisado foram: a adoção de medidas “macroprudenciais” pelo governo Dilma, e o uso político da Petrobras para exercer o controle dos preços de combustíveis. Tais medidas podem ajudar a explicar a resposta mais fraca da inflação durante o segundo período.

Com relação aos preços dos combustíveis, o governo federal concedeu reduções fiscais à gasolina e ao diesel visando repassar os reajustes de preços na refinaria sem transmissão ao consumidor final entre 2011 e final de 2014, período em que os preços internacionais do petróleo experimentaram níveis elevados.

Essa política de preços dos combustíveis orientada pelo controle da inflação causou grandes impactos econômicos para a Petrobras. A impossibilidade de repassar integralmente os preços internacionais para o consumidor, implicou na renúncia de receitas pela Petrobras nos combustíveis que produz e vende no país.

No que se refere as medidas “macroprudenciais” do governo Dilma, podemos verificar que o último trimestre de 2011 caracterizou-se pela forte deterioração das condições financeiras da economia global. Isso aconteceu em função do aprofundamento da crise da zona do euro. Nessa época, o Brasil tinha uma das taxas de juros mais elevadas do mundo, gerando forte atração sobre os investidores estrangeiros e grande entrada de capital externo.

Essa entrada de capitais passou a ser vista pelo governo como uma “guerra cambial”. Para se preparar para a entrada de capital externo, o governo adotou medidas chamadas de “macroprudenciais”, que tinham o objetivo de manter a estabilidade através da atuação do Banco Central. Estas, por sua vez, foram baseadas em ações como; o controle da entrada de capital estrangeiro através de medidas como a implementação de Impostos sobre Operações Financeiras (IOF), intervenções no mercado de derivativos, aumento do limite de depósitos compulsórios de instituições financeiras e aumento do requerimento de capital para alguns tipos de empréstimo.

Mesmo com a adoção dessas medidas, o final do primeiro governo Dilma foi marcado por crescentes pressões inflacionárias, deterioração fiscal e a desaceleração do PIB. No entanto, Dilma foi reeleita para um segundo mandato no qual o Brasil sai da desaceleração observada entre 2011 e 2014 para uma recessão.

4.2 ANÁLISE DA ASSIMETRIA ENTRE AS RESPOSTAS DAS VARIÁVEIS A AUMENTOS E QUEDAS NO PREÇO DO PETRÓLEO

Na literatura estudada, alguns autores apontaram para a existência de uma assimetria na resposta de determinadas variáveis frente a estímulos de aumento e queda no preço do petróleo em países da OCDE e nos EUA. O mesmo efeito foi observado no comportamento das variáveis macroeconômicas selecionadas para este trabalho. Os resultados obtidos para os testes relacionados aos aumentos e quedas no preço do petróleo se encontram no apêndice.

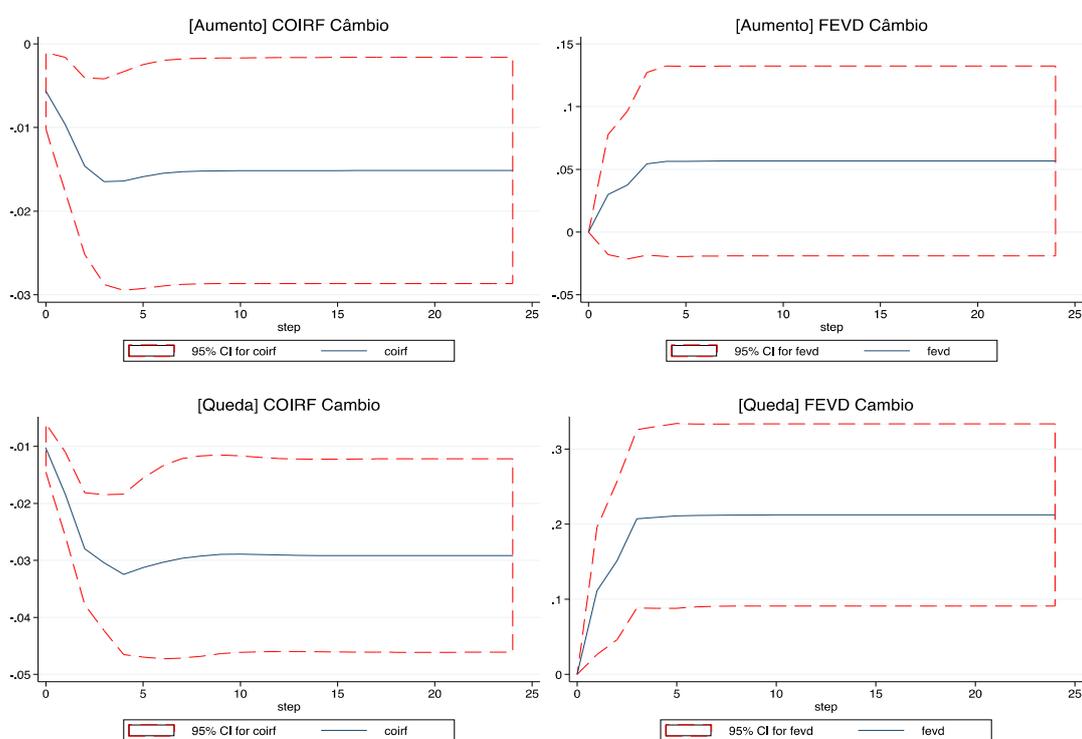


Gráfico 13 - Comparação entre as funções de impulso-resposta cumulativas ortogonalizadas, com as respectivas e as decomposições das variâncias dos erros para a taxa de câmbio considerando o aumento e a queda do preço do petróleo como variáveis distintas.
Fonte: Autor.

Pode-se observar que dado um choque unitário no preço do petróleo, a taxa de câmbio exibe um mesmo perfil de resposta para os diferentes estímulos apresentados. É exibida uma resposta mais lenta e mais pronunciada para a queda, em comparação com o aumento. Isso pode ser explicado pela existência de uma correlação negativa entre preço petróleo e taxa de câmbio. Nesse

sentido, quando se verifica uma queda no preço de petróleo, a taxa de câmbio sobe, gerando esse aumento da influência do preço do petróleo na taxa de câmbio.

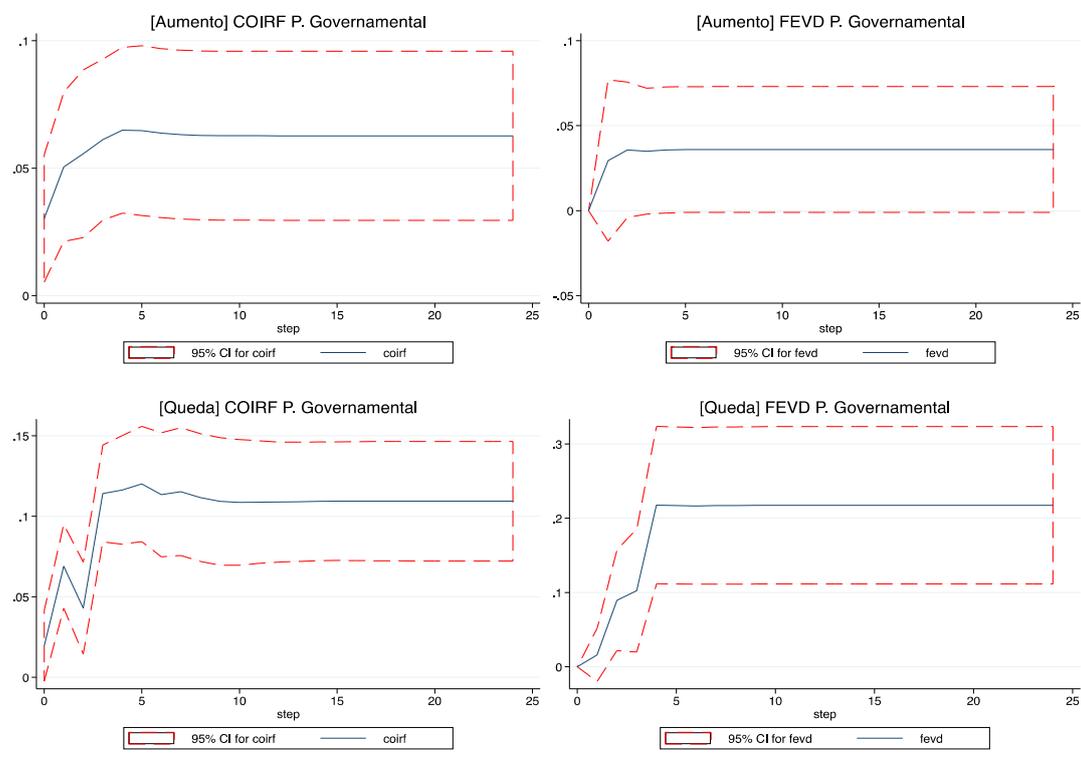


Gráfico 14 - Comparação entre as funções de impulso-resposta cumulativas ortogonalizadas, com as respectivas decomposições das variâncias dos erros para a participação governamental considerando o aumento e a queda do preço do petróleo como variáveis distintas.

Fonte: Autor.

Nota-se pelos gráficos acima que a participação governamental sofre mais influência do preço do petróleo quando da sua queda. A função impulso-resposta exibe uma grande variação nos primeiros 5 meses, até a sua estabilização por completo em torno de um ano após o choque, diferente do estímulo de aumento que se estabiliza por volta do sétimo mês, após uma queda abrupta nos primeiros 2 meses.

Essa baixa participação do preço do petróleo na participação governamental dado um estímulo de alta, pode-se dar porque a intensidade em que a alta (baixa) dos preços afeta a oferta futura de petróleo, depende da possibilidade de acesso a recursos petrolíferos a custos competitivos, da disponibilidade de equipamentos, recursos humanos e financeiros para se empreender as atividades de E&P, e da própria expectativa dos produtores sobre o preço e a

demanda no futuro. Ou seja, o próprio patamar de preços e a percepção de manutenção dele afetam a decisão de investimento em E&P de petróleo.

De qualquer forma, deve-se considerar que há uma inércia temporal entre a decisão de investimentos em E&P e sua operacionalização, fazendo com que a sensibilidade da oferta de petróleo ao preço seja reduzida no curto prazo – ou seja, a oferta tem reduzida elasticidade-preço ou é preço-inelástica no curto prazo.

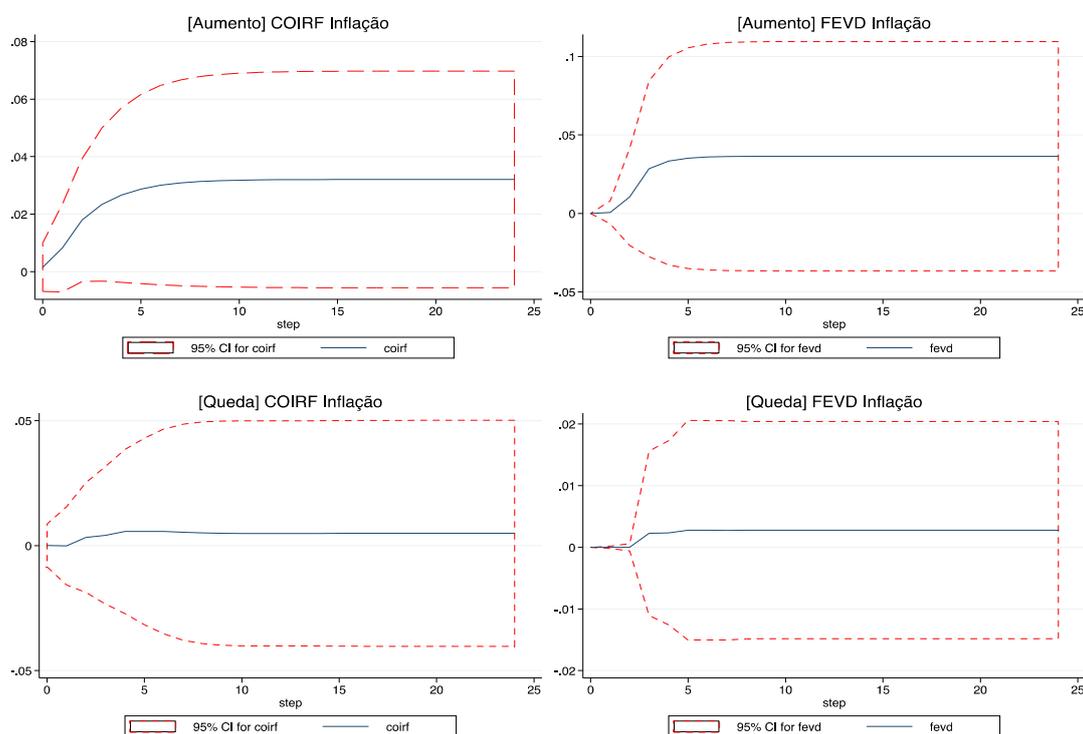


Gráfico 15 - Comparação entre as funções de impulso-resposta cumulativas ortogonalizadas, com as respectivas decomposições das variâncias dos erros para a inflação considerando o aumento e a queda do preço do petróleo como variáveis distintas.
Fonte: Autor.

A inflação também apresenta uma assimetria na sua resposta aos estímulos apresentados. Era de se esperar que um aumento no preço do petróleo causasse um aumento no índice de inflação e, da mesma forma, uma queda na cotação Brent, reduzisse a variável IPCA. Porém, a transmissão de uma variação do preço do petróleo para o IPCA é indireta, podendo ser controlada por ação do governo. Isso acontece, pois, os preços dos derivados de petróleo no Brasil são preços administrados dado que mesmo após a desregulamentação em 2002,

são estabelecidos pela Petrobras, que possui um “quase-monopólio” sobre a produção doméstica e a distribuição no atacado.

Ao observarmos o gráfico abaixo, que retrata a decomposição dos índices de inflação em toda a amostra do estudo, vemos que o primeiro período é caracterizado por uma predominância da inflação dos preços livres no seu início e dos preços administrados no final.

Essa tendência se inverte durante o segundo período, quando a inflação dos preços administrados aumenta no início. Vale ressaltar que logo no primeiro trimestre de 2011 houve uma alta do IPCA, chegando a 6,3% no acumulado de 12 meses. Essa alta foi uma consequência de uma piora na trajetória dos preços livre e administrados. No entanto, o foco de maior pressão foi nos preços dos combustíveis.

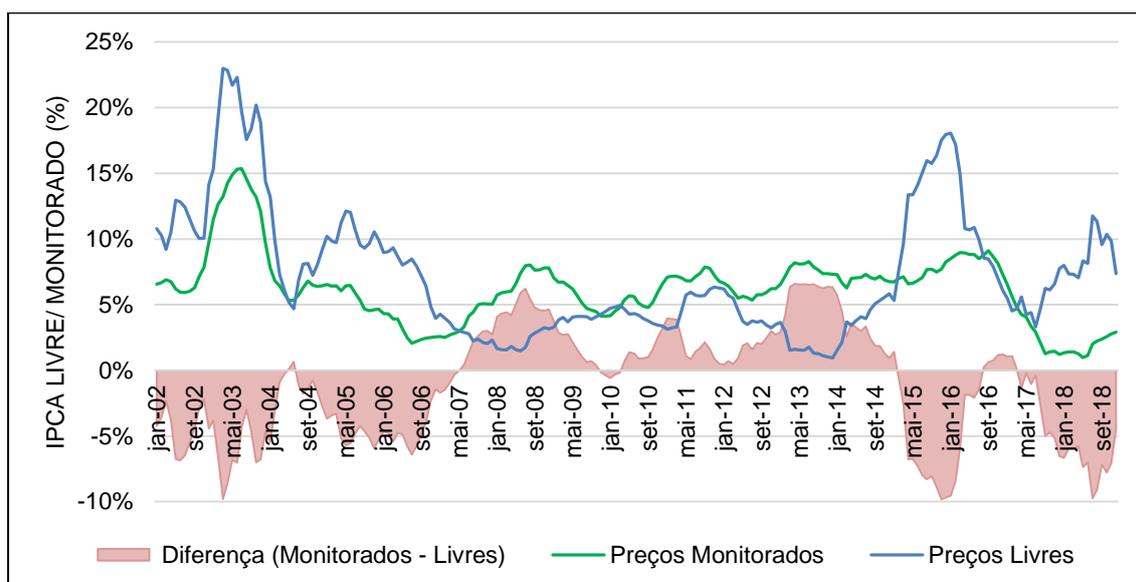


Gráfico 16 – Histórico do IPCA dos preços livres e monitorados.
Fonte: Elaboração própria com dados de BCB, 2019.

Em face a esse problema, o governo Dilma tomou medidas com o intuito de gerar uma sensação de alívio inflacionário pela redução dos preços de setores estratégicos. Tais medidas foram tomadas como uma simples tentativa de reduzir os preços administrados, com raízes em um viés populista do governo. Dado o peso já mencionado dos preços administrados no índice de inflação, pode-se dizer que intervenções na formulação dos preços e, conseqüentemente

no funcionamento de mercados, podem levar à um aumento ainda maior da inflação, devido à necessidade de reajustes futuros conforme observado em 2015.

5 CONCLUSÕES

Grandes oscilações no preço do petróleo atraem muita atenção entre *policy makers*, acadêmicos e profissionais. Um tema comum na literatura acadêmica e na imprensa financeira é que essas oscilações se originam de uma variedade de fontes, como mudanças na demanda global, interrupções na oferta, entre outros. Modelos empíricos que descrevem essas variações, no entanto, provaram ser úteis para esse propósito.

Implementamos um modelo de vetor auto-regressivo identificado com 4 variáveis descrevendo o preço do petróleo, a arrecadação do governo, a inflação e a taxa de câmbio. Com base nessa abordagem, endereçamos os dois problemas propostos no trabalho: Avaliação dos impactos das variações no preço do petróleo na macroeconomia brasileira e a verificação da existência assimetria na resposta das variáveis macroeconômicas selecionadas. Foram analisadas as funções de impulso-resposta ortogonalizadas, as funções de impulso-resposta ortogonalizadas cumulativas e a decomposição da variância dos erros para dados mensais entre os anos de 2003 e 2018.

Os resultados permitem afirmar que existe assimetria na resposta das variáveis analisadas em resposta a uma variação nos preços de petróleo na economia brasileira, em linha com a literatura (Mork (1989), Hamilton (2011), Jimenez-Rodriguez e Sanchez (2005), Cavalcanti e Jalles (2012), Morana (2017)). Ou seja, as variáveis selecionadas para o estudo respondem de formas diferentes frente a estímulos de aumento e queda na cotação.

Adicionalmente, os resultados mostram que as respostas obtidas pelas variáveis inflação e taxa de câmbio são muito pequenas. Mesmo ao considerarmos que existe uma dupla causalidade entre a câmbio e a cotação Brent e ao invertemos a ordem das variáveis da inflação e participação governamental no VAR. Para uma melhor análise, dividimos a amostra em dois subperíodos. Essa divisão nos mostrou que a taxa de câmbio exibe o mesmo comportamento nos dois períodos, já a inflação e a participação governamental exibem resultados diferentes de acordo com o período analisado.

A inflação, que exibe uma resposta a variação do preço do petróleo no primeiro período, não apresenta reação ao observarmos o intervalo de 2011 – 2018. Mesmo apresentando um preço médio maior no segundo período em cerca de 7% e a inflação dos preços monitorados apresentar crescimento desde meados de 2013, a variável IPCA permanece inerte frente a variações do preço do petróleo.

A redução dos efeitos dos choques no preço do petróleo na inflação observada nesse estudo, segue em linha com a literatura (Hooker, (2002), Barsky e Kilian (2004), Blanchard e Gali (2007), Cavalcanti e Jalles (2012), Baumeister e Kilian (2016)). Esse enfraquecimento da relação entre os preços do petróleo e a macroeconomia pode ser parcialmente atribuído a mudanças nos choques subjacentes que impulsionam os preços do petróleo.

Outra explicação para o enfraquecimento dessa relação está nas mudanças na transmissão desses choques. Blanchard e Galí (2007) e Blanchard e Riggi (2013) fornecem evidências de que a transmissão de choques no preço do petróleo pode mudar com a estrutura da economia e a condução da política monetária de um determinado país. Tal como observado pela ocasião do represamento artificial nos preços dos combustíveis pelo governo Dilma, que pretendia manter os índices de inflação dentro de metas estabelecidas e a adoção de políticas “macroprudenciais”.

Portanto, os objetivos deste estudo foram alcançados e os resultados podem ser levados em consideração na estimativa de relacionamentos entre variáveis macroeconômicas brasileiras e mudanças nos preços do petróleo no mercado internacional. Assim, a elaboração de estudos buscando estabelecer modelos apropriados para a previsão de indicadores da economia brasileira, que podem fornecer alternativas para a formulação de políticas econômicas para o crescimento econômico brasileiro, é a sugestão para trabalhos futuros que possam continuar esta pesquisa.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO GAS E BIOCOMBUSTÍVEIS (ANP). **Preços de combustíveis**. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/precos-e-defesa-da-concorrenca/precos>>. Acesso em: 03 jul. 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO GAS E BIOCOMBUSTÍVEIS (ANP). **Royalties e participações governamentais**. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/royalties-e-outras-participacoes>>. Acesso em: 10 jan. 2019.

BANCO CENTRAL DO BRASIL(BCB). **Base de dados do Banco Central do Brasil (BCB)**. 2015. Disponível em: <<https://dadosabertos.bcb.gov.br>>. Acesso em: 9 nov. 2019.

BANCO CENTRAL DO BRASIL (BCB). **Relatório de Inflação – Junho/ 2004**. Disponível em: <<https://www.bcb.gov.br/publicacoes>>. Acesso em 15 nov. 2019.

BANCO CENTRAL DO BRASIL (BCB). **Relatório de Inflação – Março/ 2015**. Disponível em: <<https://www.bcb.gov.br/publicacoes>>. Acesso em 15 nov. 2019.

BANCO MUNDIAL. **The great plunge in oil prices: Sources and implications – Março/ 2015**. Disponível em: < <https://www.worldbank.org/en/research>>. Acesso em 10 nov. 2019.

BARSKY, R. B.; KILIAN, L. Oil and the macroeconomy since the 1970s. **Journal of Economic Perspectives**, v.18, n. 4, p. 115-134, 2004.

BASAK, S.; PAVLOVA, A. A model of financialization of commodities. **The Journal of Finance**, v.71, n. 4, p. 1511-1556, 2016.

BAUMEISTER, C; KILIAN, L; Lower prices in the U.S. economy. Is this time different? **Brookings papers on economic activity**, v.2016 n.Fall, p. 287-336, 2016.

BERNANKE, B.; GERTLER, M.; WATSON, M. Systematic monetary policy and the effects of oil price shocks. **Brookings Papers on Economic Activity**, 28, n. 1, p. 91-157, 1997.

BLANCHARD, O. J.; GALÍ, J. The macroeconomic effects of oil price shocks: why are the 2000s so different from the 1970s? In: GALÍ, J.; GERTLER, M. (Ed.). **International dimensions of monetary policy**. Chicago: University of Chicago Press, 2010. cap. 8. (National Bureau of Economic Research Conference Report).

BLANCHARD, O. J.; RIGGI, M. Why are the 2000s so different from the 1970s? a structural interpretation of changes in the macroeconomic effects of oil

prices. **Journal of the European Economic Association**, v.11, n. 5, p. 1032-1052, 2013.

BLINDER, A. S.; KILIAN, L. Causes and consequences of the oil shock of 2007–08. comments and discussion. **Brookings Papers on Economic Activity**, v.2009, Spring, p. 262-283, 2009.

BREUSCH, T. S. Testing for autocorrelation in dynamic linear models. **Australian Economic Papers**, v.17, n. 31, p. 334-355, 1978.

BROWN, S.; YÜCEL, M. Energy prices and aggregate economic activity: an interpretative survey. **The Quarterly Review of Economics and Finance**, v.42, n. 2, p. 193-208, 2002a.

BURBIDGE, J.; HARRISON, A. Testing for the effects of oil-price rises using vector autoregressions. **International Economic Review**, v.25, n. 2, p. 459-484, 1984.

CAVALCANTI, T.; JALLES, J. T. Macroeconomic effects of oil price shocks in Brazil and in the United States. **Applied Energy**, v.104, p. 475-486, 2013.

COLOMER, M.; TAVARES, A. **Precificação de combustíveis no Brasil e as barreiras ao investimento**. Grupo de Economia da Energia, 2012. Disponível em: <http://www.gee.ie.ufrj.br/arquivos/publicacoes_ceee/TD_gee_ibp_004_Colomer_Tavares.pdf>. Acessado em 29/5/2019

CUÑADO, J.; PÉREZ DE GRACIA, F. Do oil price shocks matter? Evidence for some European countries. **Energy Economics**, v.25, n.2, p.137-154, 2003.

DAVIG, T. *et al.* Evaluating a year of oil price volatility. **Economic Review**, n. Q III, p. 5-30, 2015.

DICKEY, A.D., FULLER, A.W., 1979, **Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root**. Journal of the American Statistical Association, vol. 74, pp. 427–431.

ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION (EIA). **Petroleum and other liquids**. Disponível em: <<https://www.eia.gov/petroleum/data.php#prices>>. Acesso em: 10 jan. 2019.

GODFREY, L. G. Testing against general autoregressive and moving average error models when the regressors include lagged dependent variables. **Econometrica**, v.46, n. 6, p. 1293-1301, 1978.

_____. **Misspecification tests in econometrics: the Lagrange multiplier principle and other approaches**. Cambridge; New York: Cambridge University Press, 1988. (Econometric Society monographs; 16).

GUJARATI, D., PORTER, D., 2011, *Econometria Básica*, 5 ed, McGraw-Hill.

HAMILTON, J. D. Oil and the Macroeconomy since World War II. **Journal of Political Economy**, v.91, n. 2, p. 228-248, 1983.

_____. A Neoclassical model of unemployment and the business cycle. **Journal of Political Economy**, v.96, n.3, p. 593-617, 1988a.

_____. Are the macroeconomic effects of oil-price changes symmetric? A comment. **Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy**, v.28, p. 369-378, 1988b.

_____. This is what happened to the oil price-macroeconomy relationship. **Journal of Monetary Economics**, v.38, n. 2, p. 215-220, 1996.

_____. What is an oil shock? **Journal of Econometrics**, v.113, n. 2, p. 363-398, 2003.

_____. Understanding crude oil prices. **The Energy Journal**, v.30, n.2, p. 179-206, 2009.

HAMILTON, J. D. Nonlinearities and the macroeconomic effects of oil prices. **Macroeconomic Dynamics**, v.15, n. S3, p.364-378, 2011.

HAMILTON, J. D.; HERRERA, A. M. Comment: oil shocks and aggregate macroeconomic behavior: the role of monetary policy. **Journal of Money, Credit and Banking**, v.36, n. 2, p. 265-286, 2004.

HILL, C.R., GRIFFITHS, E.W.,2008, **Principles of Econometrics**, 4 ed, Jihn Wiley & Sons.

HOOKER, M. A. What happened to the oil price-macroeconomy relationship? **Journal of Monetary Economics**, v.38, n. 2, p.195-213, 1996.

_____. Are oil shocks inflationary? Asymmetric and nonlinear specifications versus changes in regime. **Journal of Money, Credit and Banking**, v.34, n.2, p.540-561, 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA)**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/precos-e-custos/9256-indice-nacional-de-precos-ao-consumidor-amplo.html?t=destaques>>. Acesso em: 10 jan. 2019.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEADATA). **Taxa de câmbio nominal**. Disponível em: <<http://ipeadata.gov.br>>. Acesso em: 10 jan. 2019.

JIMÉNEZ-RODRÍGUEZ, R.; SANCHEZ, M. Oil price shocks and real GDP growth: empirical evidence for some OECD countries. **Applied Economics**, v.37, n.2, p. 201-228, 2005.

KILIAN, L. Not all oil price shocks are alike: disentangling demand and supply shocks in the crude oil market. **American Economic Review**, v.99, n. 3, p. 1053-1069, 2009.

_____. Oil price shocks: causes and consequences. **Annual Review of Resource Economics**, v.6, n. 1, p. 133-154, 2014.

_____.; BARSKY, R. Oil and the macroeconomy since the 1970s. **Journal of Economic Perspectives**, v.18, p. 115-134, 2004.

KILIAN, L.; MURPHY, D. P. The role of inventories and speculative trading in the global market for crude oil. **Journal of Applied Econometrics**, v.29, n. 3, p.454-478, 2014.

LEE, J.; SONG, J. **Nature of oil price shocks and monetary policy**. NBER. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research, 2009. (Working Paper, 15306).

_____.; NI, S. On the dynamic effects of oil price shocks: a study using industry level data. **Journal of Monetary Economics**, v.49, n.4, p.823-852, 2002.

MISHKIN, F. S. Inflation dynamics*. **International Finance**, v.10, n.3, p.317-334, 2007.

MORANA, C. Macroeconomic and financial effects of oil price shocks: evidence for the euro area. **Economic Modelling**, v.64, n. C, p.82-96, 2017.

MORETTIN, P. A.; TOLOI, C.M.C. **Análise de séries temporais**. São Paulo: EDGARD BLUCHER, 2008.

MORK, K. A. Oil and the macroeconomy when prices go up and down: an extension of Hamilton's results. **Journal of Political Economy**, v.97, n.3, p.740-744, 1989.

RATTI, R.; VESPIGNANI, J. Crude oil prices and liquidity, the BRIC and G3 countries. **Energy Economics**, v.39, n. C, p. 28-38, 2013.

ROTEMBERG, J.; WOODFORD, M. Imperfect competition and the effects of energy price increases on economic activity. **Journal of Money, Credit and Banking**, v.28, n. 4, p. 550-577, 1996.

SIMS, C. A. Macroeconomics and reality. **Econometrica**, v.48, n.1, p.1-48, 1980.

VERÍSSIMO, M.; XAVIER, C.; VIEIRA, F. **Taxa de câmbio e preços de commodities: uma investigação sobre a hipótese da doença holandesa no Brasil**. Revista Economia, ANPEC - Associação Nacional dos Centros de Pós-Graduação em Economia, v.13, n.1, p.93-130, 2012.

APÊNDICES

Estatística Descritiva das Amostras

Tabela 6 – Estatística Descritiva das Amostras

Variável	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Brent (USD/bbl)	71,79	28,07	25,00	132,72
Taxa de câmbio (R\$/USD)	2,49	0,68	1,56	4,12
Participação governamental (kR\$)	1.936.649	987.060	544.731	5.949.905
Inflação (%)	6,32	2,86	2,46	17,24

Resultados dos testes para subperíodos 2002-10 e 2011-2018

Subperíodo 1 (2002-2010)

Tabela 7 – Resultado do Teste de Dickey-Fuller Aumentado – Subperíodo 1

		Estatística do teste	Nível de significância		
			1%	5%	10%
Taxa de Câmbio	Estatística t	-4,869	-3,518	-2,895	-2,583
	P-valor	0	-		
Participação Governamental	Estatística t	-7,467	-3,521	-2,896	-2,583
	P-valor	0	-		
IPCA	Estatística t	-4,145	-3,521	-2,896	-2,583
	P-valor	0,0008	-		

Tabela 8 - Resultado do teste de definição de lag ótimo – Subperíodo 1

Lag	LR	FPE	AIC	HQIC	SBIC
0	-	4,0e-09	-7,98017	-7,93618	-7,87124
1	113,62	1,7e-10	-8,85785	-8,63793*	-8,3132*
2	24,139*	1,8e-10*	-8,7732*	-8,37748*	-7,79296*

Tabela 9 - Resultado do teste LM – Subperíodo 1

Lags	p-Valor	
	1	2
2	0,02784	0,04212

Subperíodo 2 (2011-2018)

Tabela 10 - Resultado do Teste de Dickey-Fuller Aumentado – Subperíodo 2

		Estatística do teste	Nível de significância		
			1%	5%	10%
Taxa de Câmbio	Estatística t	-6,740	-3,518	-2,895	-2,582
	P-valor	0	-		
Participação Governamental	Estatística t	-12,379	-3,518	-2,895	-2,582
	P-valor	0	-		
IPCA	Estatística t	-4,655	-3,518	-2,895	-2,582
	P-valor	0,0001	-		

Tabela 11 - Resultado do teste de definição de lag ótimo – Subperíodo 2

Lag	LR	FPE	AIC	HQIC	SBIC
0	-	6,7e-09	-7,47403	-7,42689	-7,35662*
1	64,39	4,5e-10	-7,86903	-7,63335*	-7,28202

Tabela 12 - Resultado do teste LM – Subperíodo 2

	p-Valor
Lags	
1	0,01055

Resultados dos testes para as variáveis de aumento e quedas cumulativas

Aumento Cumulativo

Tabela 13 - Resultado do Teste de Dickey-Fuller Aumentado – Aumento Cumulativo

		Estatística do teste	Nível de significância		
			1%	5%	10%
Taxa de Câmbio	Estatística t	-6,557	-3,481	-2,884	-2,574
	P-valor	0	-		
Participação Governamental	Estatística t	-11,924	-3,482	-2,884	-2,574
	P-valor	0	-		
IPCA	Estatística t	-5,545	-3,482	-2,884	-2,574
	P-valor	0	-		

Tabela 14 - Resultado do teste de definição de lag ótimo – Aumento Cumulativo

Lag	LR	FPE	AIC	HQIC	SBIC
0	-	5,3e-09	-0,799751	-0,771957	-0,731143
1	162,33	2,7e-10	-1,48933	-1,35035*	-1,14628*
2	31,344*	2,7e-10*	-1,48585*	-1,2357	-0,868378

Tabela 15 - Resultado do teste LM – Aumento Cumulativo

Lags	p-Valor	
	1	2
2	0,27096	0,27842

Queda Cumulativa

Tabela 16 - Resultado do Teste de Dickey-Fuller Aumentado – Queda Cumulativa

	Estatística do teste	Nível de significância			
		1%	5%	10%	
Taxa de Câmbio	Estatística t	-6,557	-3,481	-2,884	-2,574
	P-valor	0	-		
Participação Governamental	Estatística t	-11,924	-3,482	-2,884	-2,574
	P-valor	0	-		
IPCA	Estatística t	-5,545	-3,482	-2,884	-2,574
	P-valor	0	-		

Tabela 17 - Resultado do teste de definição de lag ótimo – Queda Cumulativa

Lag	LR	FPE	AIC	HQIC	SBIC
0	-	8,9e-06	-0,283542	-0,255643	-0,214682
1	196,51	3,6e-06	-1,1705	-1,031*	-0,826201*
2	41,727	3,5e-06	-1,21977	-0,968678	-0,600031
3	15,122*	3,5e-06*	-1,13*	-0,767304	-0,234814

Tabela 18 - Resultado do teste LM – Queda Cumulativa

Lag	p-Valor		
	1	2	3
3	0,57999	0,12337	0,01015