

IMPACTOS DOS CHOQUES DO PETRÓLEO SOBRE A ECONOMIA BRASILEIRA (2002 - 2015)

Edson Ramos de Medeiros¹

Júlio Vicente Cateia¹

Marcos Minoru Hasegawa¹

¹*Universidade Federal do Paraná*

DOI: 10.47168/rbe.v27i1.542

RESUMO

O artigo analisa os efeitos dos choques de petróleo no comportamento das variáveis macroeconômicas da economia brasileira, tendo o período de 2002 a 2015 como referência e utilizando o modelo VECM. Os coeficientes de curto prazo sugerem que choques no preço do petróleo impactam negativamente, mesmo que em pequena magnitude, o PIB e a taxa de câmbio, contudo não exercem influência sobre inflação, juros, o agregado monetário M1 (soma do papel-moeda em poder do público e dos depósitos a vista) e taxa de desemprego. No longo prazo, os coeficientes de ajustamento mostram a interligação entre o mercado do petróleo, o mercado de emprego, variação da inflação, M1 e dos juros. Os vetores de cointegração indicam forte relação inversa do preço do petróleo e PIB, inflação e desemprego. As funções impulso-respostas mostram que inicialmente a inflação, PIB, juros, câmbio e M1 respondem negativamente a choques do petróleo, mas ao longo do tempo se recuperam e se estabilizam no longo prazo. O desemprego apresenta elevação inicial e depois cai, seguindo trajetória inversa ao PIB, como esperado. Desta forma, tais resultados mostram que o desenho das políticas no âmbito macroeconômico – políticas que busquem impulsionar o crescimento, política de combate ao desemprego, a política monetária e a política cambial – devem considerar efeitos decorrentes de elementos externos, como choques do petróleo, pois estes afetam a estrutura dos preços relativos e pode comprometer os objetivos de tais políticas.

Palavras-chave: Choques do petróleo, Economia Brasileira, Modelo VECM.

ABSTRACT

This paper analyzes the effects of oil shocks on the macroeconomic variables in the Brazilian economy from 2002 to 2015 by using the VECM

model. Short-term coefficients suggest that oil price shocks have a negative impact, even in small magnitude, on GDP and the exchange rate; however, they do not influence inflation, interest, the monetary aggregate M1 (sum of the physical currency in circulation and demand deposits) and unemployment rate. In the long run, the adjustment coefficients show the interconnection between the oil market, the employment market, variation in inflation, M1 and interest rates. Cointegration vectors indicate a strong inverse relationship between oil prices and GDP, inflation and unemployment. At a first moment, the impulse-response functions show that inflation, GDP, interest rates, foreign exchange and M1 respond negatively to oil shocks, but they recover over time and stabilize in the long run. Unemployment shows an initial increase and then falls, following an inverse trajectory to GDP, as expected. These results show that policies design at the macroeconomic level - policies that seek to boost growth, policies to combat unemployment, monetary policy and exchange rate policy - must consider effects arising from external elements, such as oil shocks, which impact the structure of relative prices structure and may compromise the objectives of such policies.

Keywords: Oil shocks, Brazilian economy, VECM Model.

1. INTRODUÇÃO

O petróleo exerce influência sobre a economia mundial. A literatura mostra que a variação de seus preços provoca impactos sobre as atividades econômicas, bem como sobre a política macroeconômica das nações. Atualmente, os possíveis efeitos do petróleo tem sido motivo de preocupação mundial, visto que os choques de elevação de preço podem influenciar o desempenho de economias ao redor do mundo.

A economia mundial, assim como a brasileira – mesmo que esta tenha sido menos afetada dada a fase de crescimento e uso de políticas anticíclicas no período aqui considerado –, passou neste novo século por recessões, com alterações no câmbio, inflação, taxa de desemprego, taxa de juros, moeda disponível ao público. Uma gama de trabalhos – Darby (1982), Hamilton (1983), Sachs (1986), Mork (1989), Mork et. al. (1994), Hamilton (2003), Blanchard e Gali (2008), Hamilton (2003), Rodriguez e Sanchez (2005), Cologni e Manera (2007), dentre outros – mostra desde os primeiros choques do preço do petróleo a relação existente entre as flutuações do preço do petróleo e variáveis macroeconômicas, ou seja, elevações do preço da commodity petróleo têm efeitos sobre economias.

O presente estudo busca responder um conjunto de questões macroeconômicas: qual o impacto dos choques do petróleo sobre o

nível de atividade econômica e quais são as respostas de longo prazo das demais variáveis macroeconômicas a tais choques? Como estas tendem a se comportar diante de um choque de preços de petróleo?

O propósito deste trabalho é analisar o impacto dos choques de petróleo sobre o nível de atividade econômica e política monetário no Brasil, para o período de 2002 a 2015. Especificamente, a pesquisa analisa, através da modelagem de vetores autorregressivos cointegrados (VECM), os efeitos dos choques do petróleo sobre o comportamento da flutuação do produto, inflação, câmbio, desemprego, taxa de juros e M1¹ da economia brasileira.

O recorte temporal decorre de conjunção de fatores. Primeiro, a partir de 2002 verifica-se uma acentuada e constante elevação dos preços do petróleo, caracterizando, de certa forma, o que se convencionou chamar na literatura de choque do petróleo. Segundo, a partir de 2014 o preço do petróleo passa a reduzir, atingindo ao fim de 2015 níveis de preços semelhantes ao verificados em início de 2002. Além disso, a partir de final de 2015 e durante 2016 o Brasil passa por certa convulsão social e forte instabilidade política, que pode ter impactado a economia brasileira e conseqüentemente influenciar os resultados do modelo. Além disso, por serem dados de distintas fontes, tivemos problemas de compatibilização de dados. Assim, em decorrência destes fatores, optou-se por fechar o período em análise de 2002 a 2015.

Além dessa introdução, o trabalho é composto por uma seção referente a uma revisão de literatura, com aspectos teóricos e empíricos. Na seção seguinte apresenta-se a metodologia VAR, a base de dados e as variáveis. A quarta seção corresponde aos resultados do estudo. Por fim, tem-se algumas considerações finais.

2. CHOQUES DE PETRÓLEO: BREVE REVISÃO DE LITERATURA

O que subjaz a discussão deste trabalho é o argumento de que as variáveis macroeconômicas podem ser impactadas por choques externos, tais como choques do petróleo. O petróleo exerce um papel importante na economia mundial, representando durante décadas um elemento essencial da matriz energética em vários países, tanto desenvolvidos quanto em desenvolvimento. As acentuadas elevações de preço ocorridas na década de 1970, sob controle da Organização dos Países Produtores de Petróleo (OPEP), confirmou de forma consistente

¹ Consiste, segundo o BACEN (2021), Blanchard (2017), Mankiw (2015) e Lopes e Vasconcellos (2014), no agregado monetário composto pelo papel moeda em poder do público mais depósitos à vista, sendo o agregado mais líquido gerado pelas instituições emissoras de haveres monetários, pois são recursos prontamente disponíveis para pagamento de bens e serviços.

a influência que o petróleo exerce sobre as variáveis macroeconômicas da economia mundial.

As elevações bruscas dos preços do petróleo nessa década ficaram conhecidas na literatura econômica como primeiro choque do petróleo que, segundo Blanchard e Gali (2008), teve implicações negativas e marcantes sobre as taxas de crescimento das economias e sobre as taxas de inflação. A variação do preço do petróleo afeta a economia mundial por meio de uma distinta gama de mecanismos de transmissão, indo desde sua influência direta ou indireta nos preços ao consumidor, taxa de crescimento, taxa de juros e câmbio (DORNBUSCH & FISCHER, 1991).

De fato, as alterações do preço do petróleo impactam tanto o lado da oferta quanto o lado da demanda. Os efeitos adversos dos choques dessa natureza transmitem para a economia como todo, via oferta, através da sua influência direta sobre os altos custos de produção. A elevação do custo de produção pode gerar diminuição do nível de produto da economia, e como consequência provocar redução do nível de emprego. Como a sensibilidade de produto em relação a custos de produção é muito alta em países em desenvolvimento, pois custos mais elevados tendem a realimentar aumentos de preços de bens fins quase na mesma velocidade dos choques, a demanda dos consumidores tende a diminuir, tornando o produto cada vez menor, podendo levar economias ao estágio de recessão (MATOS, 2015).

Tal efeito poderia se verificar por meio dos mecanismos da política monetária, em flutuações positivas do preço de energia e petróleo (choque de oferta), ao incorrer em aumento dos preços, eleva à inflação, podendo reduzir renda disponível dos agentes, bem como pode afetar o M1, e em último caso pode reduzir a demanda agregada da economia e consequentemente a atividade econômica e o nível de desemprego. (PINDYCK & ROTEMBERG, 1984).

Os choques do petróleo também impactam a taxa de juros e câmbio. O seu efeito sobre os juros decorre do fato de que uma elevação da inflação interna associada a elevações de preço do petróleo pode incentivar a adoção de uma política por parte da autoridade monetária orientada para diminuir a inflação via elevação dos juros, a um certo patamar compatível com a estabilidade dos preços. A incerteza e volatilidade da taxa de juros e câmbio impactam a demanda por moeda e qualquer fator que afeta a demanda por moeda deve alterar a renda dos agentes (CELIKOV & ARSLAN, 2011).

Já quanto o câmbio e inflação, de maneira geral, espera-se que, a correlação entre preço do petróleo e câmbio para países exportadores seja no sentido de apreciação do câmbio com aumento do preço da commodity, podendo elevar a contração das suas exportações. Para economias cujo comércio exterior tem papel fundamental na ge-

ração do produto, uma redução das exportações pode implicar queda do produto. Ademais, os impactos sobre inflação tendem a não se mostrarem significativos nesses países. Os países importadores de petróleo, caso brasileiro, tendem a apresentar desvalorização da moeda (depreciando o câmbio) quando o preço da commodity se eleva, promovendo processo inflacionário, levando a autoridade monetária a agir, subindo a taxa de juros para manter sob controle a inflação, que conseqüentemente vem a influenciar consumo, produto e desemprego (PEERSMAN & VAN ROBAYS, 2012).

Assim, os mecanismos e conseqüências decorrentes dos choques do petróleo se propagam muitas vezes de forma compacta e conjuntamente encadeados, não apresentando geralmente comportamento de maneira isolada.

No campo dos trabalhos empíricos, desde os primeiros choques do petróleo ocorridos da década de 1970, vários estudos foram realizados, tanto investigando as causas como as implicações da elevação dos preços do petróleo. Dado o enfoque do presente tratado faz-se a seguir uma breve revisão dos estudos empíricos buscando estudar as conseqüências dos choques do preço dessa commodity.

Darby (1982), estudou efeitos dos dois primeiros choques de petróleo em 5 países de economia desenvolvida (Alemanha, Canadá, Estados Unidos, Holanda e Reino Unido), constatando que os choques podem provocar redução de renda.

Hamilton (1983), em trabalho seminal, fazendo uso da metodologia VAR, desenvolvida por Sims (1980), estuda a relação entre preço do petróleo e as recessões americanas ocorridas pós segunda guerra mundial, concluindo que sete das oito recessões registradas na economia americana foram imediatamente após elevações de preço da commodity petróleo. Ademais, mostra que todas as variáveis da economia americana utilizadas e analisadas em sua pesquisa sofrem mudança de trajetória após escaladas do preço do petróleo.

Sachs (1986), realizou importante estudo de cunho mais teórico, com construção de modelo macroeconômico. A partir deste, conclui que os países estudados sofreram com recessão economia decorrente dos primeiros choques do petróleo ocorridos nos anos 1970.

Mork (1989) e Mork et. al. (1994) analisam os efeitos das flutuações do preço do petróleo nas economias e obtiveram que os impactos não se mostram simétricos dadas flutuações positivas e negativas do preço do petróleo, uma vez que quando se registra queda no preço do petróleo está não impacta positivamente o PIB dos países, como inversamente acontece quando o preço da commodity se eleva. Lee et al. (1995), realizam estudo mediante modelagem VAR, analisando a relação entre preço do petróleo e crescimento econômico. Como resultado apresentam que os choques do preço do petróleo exercem maior

influência recessiva em países onde os preços do petróleo se mostram mais estáveis.

A partir dos anos 2000, surge alguns trabalhos contestando a relação entre variações do preço da commodity petróleo e a atividade econômica. Como resposta, Hamilton (2003) realiza robusto estudo, com uso de transformação não-linear, concluindo que a relação existe. Já Barsky e Kilian (2001), em estudo por meio de um VAR, concluem que flutuações do preço do petróleo influenciam de forma mais incisiva os preços ao consumidor, contudo tem efeito reduzido sobre o PIB. Barsky e Kilian (2004), publicam estudo em que concluem que os choques do petróleo não exercem tanta influência sobre as variáveis macroeconômicas como se defende na maioria da literatura, sendo as recessões decorrentes das condições econômicas que passam as economias.

Jiménez-Rodríguez e Sanchez (2005), em estudo realizado para países industrializados da OCDE, analisam os impactos dos choques do petróleo sobre variáveis reais da economia, e seus resultados mostram que os efeitos não são lineares. Os resultados corroboram os estudos de Mork da década anterior, mostrando que variações positivas do preço do petróleo impactam o PIB negativamente, enquanto não necessariamente o inverso se verifica. Já Cunado e Garcia (2005) publicam estudo para países asiáticos, investigando a relação de preço de petróleo, atividade economia e inflação, para período de 1975 a 2002. Os autores não verificam relação de longo prazo entre as variáveis analisadas, contudo identificam causalidade de Granger em alguns países, no que se refere a atividade e o preço do petróleo.

Cogni e Manera (2007), publicam, por meio de uso de VAR, estudo para G-7 em que analisam os efeitos diretos dos choques de preço do petróleo sobre a produção e preços e a reação das variáveis monetárias a choques externos. As principais conclusões são: i) demanda estacionária por moeda, conforme aponta teoria clássica da moeda ii) com exceção do Japão e do Reino Unido, a hipótese nula de influência dos preços do petróleo sobre a taxa de inflação não pode ser rejeitada, sendo os choques da taxa de inflação transmitidos à economia real aumentando as taxas de juros; iii) se verifica diferentes reações de política monetária aos choques inflacionários e de crescimento, bem como que em alguns países parte significativa dos efeitos do choque do preço do petróleo se deve à função de reação da política monetária, enquanto que na França, Canadá e Itália, o impacto total é compensado, pelo menos em parte, por uma flexibilização das condições monetárias.

Em estudo semelhante, contudo, para seis países da OCDE, Jiménez-Rodríguez (2008), por meio VAR, avalia os efeitos dinâmicos dos choques de preços do petróleo sobre a produção das principais in-

dústrias de manufatura. Como resultado, apresentam que um choque do preço do petróleo se dá de forma distinta entre os países analisados, contudo semelhantes para Reino Unido e EUA.

Farzanegan e Markwardt (2007) publicam artigo que analisa, por meio de VAR, a relação dinâmica entre choques assimétricos de preço do petróleo e grandes variáveis macroeconômicas no Irã. Obteve-se que aumentos (diminuições) nos preços do petróleo têm impacto positivo (negativo) significativo na produção industrial. Por outro lado, mostram que não existe impacto significativo da flutuação do preço do petróleo sobre os gastos reais do governo. Ademais, verificou-se que preço do petróleo apresenta relação positiva com a inflação, ou seja, aumento no preço do petróleo eleva nível geral de preços, bem como as respostas das importações reais e a taxa de câmbio real aos choques assimétricos dos preços do petróleo são significativas.

Mais recentemente, Bastianin et al. (2015) publicam trabalho para oito países localizados no Mediterrâneo, em que analisam as respostas a choques exógenos de oferta de petróleo, com ênfase na atividade econômica e no setor industrial. Eles mostram que diferentes economias respondem diferentemente a alterações do preço do petróleo, pois tal resposta depende da dependência energética de cada país, bem como da sua composição no produto agregado.

Na seção seguinte é apresentada a metodologia de pesquisa utilizada para tentar captar o comportamento das principais variáveis macroeconômicas do Brasil como resposta aos choques do petróleo.

3. METODOLOGIA

A presente seção está dividida em duas subseções. A primeira apresenta a metodologia de modelos de vetores autorregressivos e a segunda corresponde a apresentação dos dados e variáveis da pesquisa.

3.1 Modelos de vetores autorregressivos

Nesta seção discutimos o modelo teórico e algumas questões econométricas importantes relativas ao estudo de relação dinâmica entre as variáveis. A seguir discute-se um dos desenvolvimentos de macroeconometria mais importantes nos últimos 25 anos: a modelagem de Vetor Autoregressivo (VAR) cointegrado. A motivação para o uso da abordagem VAR cointegrado decorre do fato de que os ciclos de flutuações das séries econômicas geralmente são inter-relacionados e, portanto, uma especificação tomando ambas as dinâmicas de curto e longo prazo não apenas fornece um quadro flexível e tratável

das covariações no tempo, mas também porque proporciona resultados que são politicamente importantes (BUENO, 2008).

O modelo teórico macroeconômico para a economia brasileira é representado aqui por meio de um sistema de equações. Tomando um modelo VAR bivariado:

$$\begin{bmatrix} 1 & a_{12} \\ a_{21} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_t \\ z_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_{10} \\ b_{10} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & a_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_{t-1} \\ z_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \sigma_y & 0 \\ 0 & \sigma_z \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varepsilon_{yt} \\ \varepsilon_{zt} \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$AX_t = B_0 + B_1X_{t-1} + B\varepsilon_t \quad (2)$$

Generalizando para um VAR de ordem p :

$$AX_t = B_0 + B_1X_{t-1} + \dots + B_iX_{t-i} + B\varepsilon_t \quad (3)$$

em que $X_t=(X1t, \dots, Xit)$ é vetor com as variáveis aleatórias (y_t e z_t) expressas endogenamente; B_0 é um vetor de constantes de ordem $nx1$, B_i denota matriz de coeficientes de ordem nxn , B é uma matriz diagonal de desvios de ordem nxn , e $\varepsilon_t=(\varepsilon1t, \dots, \varepsilon it)$ é um vetor de dimensão $nx1$, representando erros aleatórios não observados independentes e identicamente distribuídos com média zero e variância constante, ou $\varepsilon_t \sim i.i.d(0, \rho)$ onde ρ é a matriz que contém estruturas de variância e covariância, sendo positivamente definida. A independência entre os choques estruturais se justifica porque eventuais inter-relações entre um choque e outro são captadas de forma indireta pela matriz A .

Este é um modelo estruturado com base na teoria econômica. Uma abordagem estrutural, portanto, gera estimativas a partir de comportamentos subjacentes dos agentes econômicos. Contudo, uma vez que as variáveis são endogenamente expressas, frequentemente a estimação requer primeiro encontrar a inversa da matriz de restrições contemporâneas A . Trata-se, Segundo Hamilton (1994) e Bueno (2008) de um procedimento conhecido como a forma reduzida e consiste em pré-multiplicar todos os elementos dessa equação por A da seguinte forma:

$$X_t = A^{-1}B_0 + A^{-1}B_1X_{t-1} + \dots + A^{-1}B_iX_{t-i} + A^{-1}B\varepsilon_t \quad (4)$$

OU

$$X_t = A^{-1}B_0 + \sum_{i=1}^p A^{-1}B_i X_{t-i} + A^{-1}B\varepsilon_t \quad (5)$$

Seguindo a propriedade da matriz invertível e definindo $\phi_0=A^{-1}B_0$ e $B_i=A\varepsilon_t$, tem-se:

$$X_t = \phi_0 + \sum_{i=1}^p \phi_i X_{t-i} + e_t \quad (6)$$

em que, ϕ_0 denota a inversa da matriz “A” multiplicada pelo vetor das constantes e ϕ_i é a matriz dos coeficientes.

Com base no teorema da representação de Granger, pode-se reescrever a Equação (6) para um modelo mais geral:

$$\Delta X_t = \phi X_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \lambda_i \Delta X_{t-i} + e_t \quad (7)$$

em que $\Delta X_t = (X_t - X_{t-1})$ e $\lambda_i = - \sum_{j=1+i}^{p-1} \phi_j, i = 1, 2, 3, \dots, p - 1$

A Equação (7) representa um modelo denominado de modelo de correção de erros, que busca explicar ΔX_t através dos fatores de curto prazo, λ_i , e a relação de longo prazo, ϕX_{t-1} . O componente ϕX_{t-1} só explica ΔX_t se existir cointegração. Mas isso só ocorre se $\phi(I)=0$, isto é, se há raiz unitária, tal que $\phi=\beta\alpha'$, sendo β a matriz de r vetores de cointegração e α a matriz com r vetores de ajustamento (BUENO, 2008, p.214).

Para especificar os modelos, ou escolher a ordem de defasagem dos processos estocásticos, recorre-se aos critérios tradicionais, como AIC, BIC e HQ e, em seguida, verifica-se se os resíduos estimados são processos ruídos brancos, através das estatísticas do teste Ljung-Box (teste Q).

Vale ressaltar que em uma análise de séries temporais, a estacionariedade é uma condição necessária para que se possa estimá-las.

Em termos práticos, conforme consta em Bueno (2008), os testes de KPSS (Kwiatkowski, Phillips, Schmidt e Shin), de Dickey e Fuller Aumentado (ADF, em inglês) e de PP (Phillips e Perron) são geralmente utilizados para verificar se as séries do modelo são estacionárias. Entretanto, devido à minimização do problema do baixo poder do teste, comum no ADF e PP, cada vez mais é recorrente na literatura o teste de KPSS. Por essa razão, no presente estudo utiliza-se apenas esse último teste.

Enquanto isso, com base nos resultados das estimativas do modelo VAR é possível gerar a função resposta ao impulso e a decomposição das variâncias das séries estudadas. Trata-se de uma análise economicamente fundamental, porque o interesse se volta em saber os efeitos dos choques sobre as variáveis do modelo. A denominação impulso é porque se trata de perturbações que podem afetar o comportamento das variáveis (resposta) ao longo do tempo. Portanto, variações de longo prazo dessas variáveis podem decorrer das suas respostas aos choques causados - resposta ao impulso.

Quando os processos são estacionários, portanto, estáveis, os choques tendem a se dissipar muito rapidamente no tempo. Mas quando eles não são estacionários, verifica-se uma trajetória instável no comportamento das séries, sinalizada pelas variâncias explosivas. Adicionalmente, o modelo também pode ser examinado por meio da decomposição da variância. Este procedimento nos permite observar a percentagem da variância do erro de previsão decorrente de cada variável endógena ao longo do horizonte de previsão.

Vale ressaltar que em uma análise de séries temporais, a estacionariedade é uma condição necessária para que se possa estimá-las. Segundo Morettin e Tolo (1985), uma série é dita estacionária se seus dois primeiros momentos (média e variância) são constantes e se a covariância depender apenas da defasagem temporal e não de todo o período que é calculada. Mas quantos mais se diferencia as séries, ou seja, quanto mais se recua no tempo, começa-se a perder o seu sentido econômico. Entretanto, a não estacionariedade das séries significa que elas têm uma dinâmica em comum, traduzida em componente de curto prazo e longo prazo.

Engle e Granger (1987) argumentam que, se cada elemento de um vetor de séries temporais x_t é estacionário na primeira diferença e uma combinação linear $a'x_t$ é estacionária, então, as séries temporais são ditas cointegradas, sendo α o vetor de cointegração. Ou seja, duas séries são cointegradas se têm a mesma ordem de integração. No entanto, segundo Bueno (2008), se as combinações lineares de variáveis $I(2)$ com variáveis $I(1)$ resultarem em processo estacionário e se há três variáveis, X , Y , e Z , sendo $X \sim (1)$, $Y \sim (2)$ e $Z \sim I(2)$, então deve prevalecer a maior ordem de integração e diz-se que há multicointegra-

ção, isto é, há cointegração de variáveis com diferentes ordens de integração.

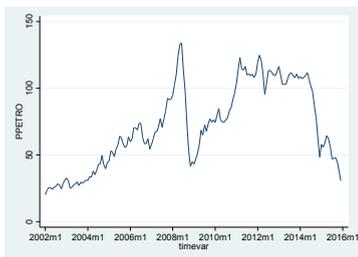
3.2 Dados e fontes

Para análise dos efeitos dos choques do petróleo e estimação do modelo foram utilizadas sete variáveis macroeconômicas. Além do preço do petróleo *brent* tem-se as seguintes variáveis: produto interno bruto, inflação (índice de preço ao consumidor amplo - IPCA), taxa de câmbio, desemprego, taxa de juros e um agregado monetário (M1). Os dados mensais, em valores reais – com início em janeiro de 2002 e fim em dezembro de 2015 – foram coletados junto as instituições/órgãos nacionais e internacionais. No Quadro 1, elaborado pelos autores, apresenta-se as variáveis com suas respectivas unidades e fontes. A relevância apontada na literatura, teórica e empírica, das relações existentes entre o preço do petróleo e estas variáveis, apresentadas na Seção 2, justificam as escolhas das variáveis utilizadas no modelo.

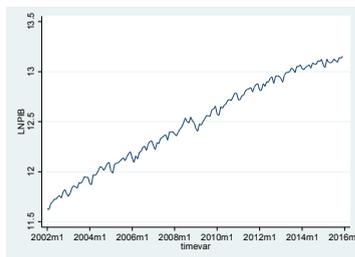
Quadro 1 - Variáveis e fontes

Variável	Descrição	Unidade	Fonte
PPETRO	Preço mundial do petróleo <i>brent</i>	Dólares por barril	Federal Reserve Bank of St. Louis (US. Energy Information Administration)
LNPIB	Logaritmo natural Produto interno Bruto	R\$ (milhões)	BACEN, IPEADATA
Inflação	Inflação/ Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo	Varição porcentual	IBGE/SNIPC, IPEADATA
Câmbio	Taxa de câmbio comercial para compra: real (R\$)/dólar americano (US\$) – média	R\$	BACEN, IPEADATA
Desemprego	Taxa de desemprego/ pessoas desempregadas (30 dias de referências) de 10 anos ou mais de idade, por Regiões Metropolitanas	Porcentagem	IBGE/PME, IPEADATA
Juros	Taxa de juros: Overnight/Selic	Porcentagem (a.m)	BACEN, IPEADATA
LNMI	Logaritmo natural do Agregado monetário M1 - Meios de pagamento e componentes – Média	R\$ (milhões)	BACEN, IPEADATA

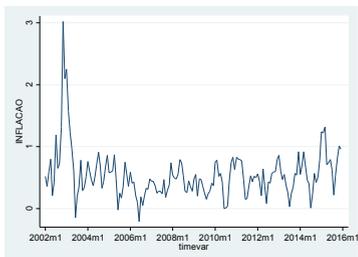
Na Figura 1, elaborada pelos autores, apresentam-se os gráficos em que se pode verificar como se comportaram, ao longo do período analisado, as sete séries utilizadas para o estudo.



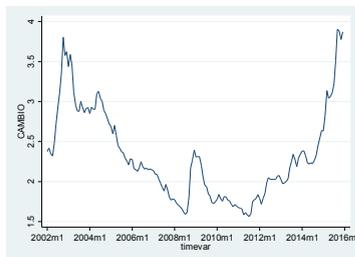
Preço do Petróleo Brent



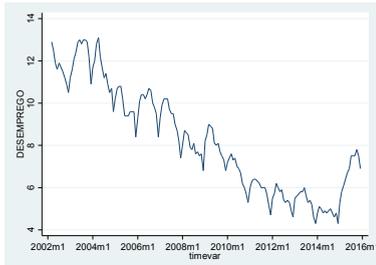
PIB (em logaritmo natural)



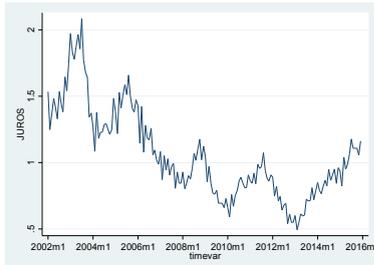
Inflação



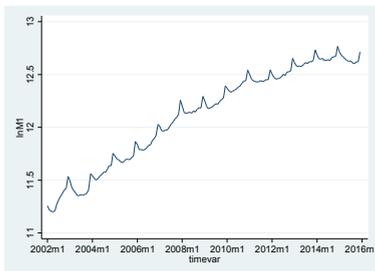
Câmbio



Desemprego



Juros



M1 (em logaritmo natural)

Figura 1 - Séries históricas das variáveis do modelo (jan/2002 – dez/2015)

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os principais resultados do modelo econométrico especificado e os efeitos sobre o comportamento da economia são discutidos nesta seção. Antes de tudo, os testes iniciais na modelagem autorregressiva de série temporal foram apresentados na subseção 4.1 e sugerem que o modelo que melhor ajusta aos dados é o VECM. Os resultados desse modelo são discutidos na subseção 4.2. Na subseção 4.3 apresentam-se os resultados das funções impulso-resposta, com os possíveis comportamentos das variáveis macroeconômicas, dado os níveis de preço do petróleo.

4.1 Testes e diagnóstico para a modelagem

A subseção apresenta os testes necessários à modelagem autorregressiva. Primeiro tem-se o teste de estacionariedade, seguido do critério de seleção da ordem de defasagem do modelo VECM, e posteriormente teste de cointegração de Johansen.

4.1.1 Teste de estacionariedade e critério de seleção

Na Tabela 1, elaborada pelos autores, foram reportados os principais resultados de um teste de raiz unitária. O teste KPSS sugere que todas as variáveis do modelo não são $I(0)$, porque as estatísticas calculadas são maiores que as estatísticas críticas aos níveis de significância convencionais, levando a rejeitar a hipótese nula de estacionariedade da série temporal. Diante disto, todas as séries de variáveis foram diferenciadas e submetidas ao mesmo teste. Quando se toma as primeiras diferenças das variáveis em questão, verifica-se que, com a exceção do câmbio, elas são integradas de primeiro ordem, isto é, são $I(1)$, considerando o nível de significância de 5%, o qual possibilitou a não rejeitar a hipótese nula. Embora a própria variável CAMBIO não seja estacionária ao nível de significância de 5%, ela é estacionária a 10%.

Tabela 1 - Teste de raiz unitária

Série Temporal	Teste KPSS			
	Ordem de integração $I(0)$		Ordem de integração $I(1)$	
	Estatística Calculada	Valor Crítico a 5%	Estatística Calculada	Valor Crítico a 5%
Prod_MA	0.469	0,146	0.0274	0,146
Prod_BA	0.203	0,146	0.0192	0,146
Prod_CE	0.24	0,146	0.0235	0,146

Tabela 1 - Teste de raiz unitária (continuação)

Série Temporal	Teste KPSS			
	Ordem de integração I(0)		Ordem de integração I(1)	
	Estatística Calculada	Valor Crítico a 5%	Estatística Calculada	Valor Crítico a 5%
Prod_ES	0.212	0,146	0.0375	0,146
Prod_GO	0.169	0,146	0.0244	0,146
Prod_MG	0.327	0,146	0.0253	0,146
Prod_PA	1.020	0,146	0.0222	0,146
Prod_PR	0.661	0,146	0.0258	0,146
Prod_PE	0.442	0,146	0.0601	0,146
Prod_RJ	0.495	0,146	0.0189	0,146
Prod_RS	0.423	0,146	0.0248	0,146
Prod_SC	0.318	0,146	0.0432	0,146
Prod_SP	0.510	0,146	0.0291	0,146

Nota: As observações são de janeiro/2003 a julho/2016. $p < 0,10:0.146$; $p < 0,05:0.119$; e $p < 0,01:0.216$. Se o valor da estatística calculada for superior ao da crítica, diz que a série temporal apresenta raiz unitária, isto é, ela é não estacionária. Caso contrário a série é dita estacionária a partir do número de defasagem considerado.

Verificado que se trata de um processo integrado e estacionário em primeiras diferenças, a ordem da defasagem do modelo VAR ou VECM pode ser descoberta aplicando os critérios sequenciais tradicionais para definir qual seria a sua ordem máxima. Os critérios de informação Akaike (AIC), Bayesiano e Schwarz (BIC) e Hannan-Quinn (HQC) não apresentaram significância estatística na mesma ordem de defasagem, conforme mostra a Tabela 2, elaborada pelos autores. Entretanto, levando em consideração o fato de que o critério de BIC tende a penalizar mais do que os demais critérios de informação, pode-se inferir que o modelo de série temporal é um modelo com a ordem de defasagem máxima de dois.

Tabela 2 - Critério de seleção da ordem de defasagem do VECM

Lag	LL	LR	P	AIC	HQC	BIC
0	322,69		0,000	3,9216	-3,8672	-3,7876
1	461,753	278,13	0,000	-5,0404	-4,6052	-3,9686*
2	545,38	167,25	0,000	-5,4705	-4,6545*	-3,4609
3	613,886	137,01	0,000	-5,7128	-4,5161	-2,7654
4	680,442	133,11*	0,000	-5,9309*	-4,3533	-2,0457

Nota: Os asteriscos indicam os melhores, isto é, os mínimos valores dos respectivos critérios de informação. AIC = critério de Akaike, BIC = critério Bayesiano de Schwarz, e HQC = critério de Hannan-Quinn.

4.1.2 Teste de cointegração de Johansen

A não estacionariedade das variáveis em nível sugere que a média e a variância sejam não finitas e podem mudar ou serem consideravelmente explosivas ao longo do tempo. A análise de cointegração torna-se fundamentalmente necessária neste contexto de processos integrados.

Por isso, o teste traço de Johansen foi aplicado para identificar a existência de cointegração e quantos vetores de cointegração realmente existem no modelo. O teste foi baseado em um modelo com seis defasagens e uma tendência constante, e os autovalores foram usados para realizar o cálculo da estatística do traço. Partindo do teste com posto máximo de zero, rejeitamos fortemente a hipótese nula de que não há cointegração, inferindo, portanto, que as variáveis do modelo são de fato cointegradas. A mesma interpretação se aplica para os postos 1 e 2, para o nível de significância de 5% e para o posto 3, se considerado o nível de significância de 10%. A interpretação semelhante, contudo, não se aplicaria para os ranks superiores e, em geral, concluiu-se que existem no máximo três relações de cointegração, visto que em 4 não se rejeitou a hipótese nula, conforme mostra a Tabela 3, elaborada pelos autores.

Tabela 3 - Teste de cointegração de Johansen – teste do traço

Rank Máximo	Parâmetros	Autovalores	Traço	Probabilidade
0	56	0,3625	201,33	0,0000
1	69	0,2714	130,19	0,0000
2	80	0,1999	80,145	0,0051
3	89	0,1274	44,908	0,0911
4	96	0,0751	23,376	0,2356
5	101	0,0565	11,042	0,2123
6	104	0,0116	1,8525	0,1735

Ademais, salienta-se que foram realizados testes de normalidade, correlação e de mal especificação, não apresentando problemas.

4.2 Os efeitos de curto e longo prazo sobre as variáveis macroeconômicas a partir do modelo VECM (2)

Tendo determinado a existência de equações de cointegração

entre o preço internacional do petróleo, o PIB, a taxa de inflação, o câmbio, o desemprego, a taxa de juros e a oferta monetária na economia brasileira, procede-se a análise estimando o modelo multivariado de cointegração VECM para essas sete variáveis. O interesse particular nesta estimação é obter os coeficientes VECM de curto prazo (Tabela 4 - elaborada pelos autores), os parâmetros de ajustamento de longo prazo e os parâmetros nas equações de cointegração VECM (Tabela 5 - elaborada pelos autores).

Ainda que o modelo permita verificar a relação dinâmica entre as variáveis, o foco principal é sobre o impacto do choque recente do petróleo sobre as demais variáveis do modelo. Para facilitar a visualização da Tabela 4, onde são reportados os coeficientes de curto, lê-se nas linhas as variáveis dependentes e nas colunas as variáveis independentes, ou seja, as respostas das variáveis em linha às variações nas variáveis em coluna. Portanto, em cada coluna os valores fora de parênteses são os coeficientes estimados e os valores entre parênteses são os seus respectivos erros-padrão.

A dinâmica do PIB (d_PIB) brasileiro no curto prazo é significativamente (5%) influenciado pelo preço internacional do petróleo (d_PPETRO), contudo, a magnitude do choque é relativamente baixa (0.0009%). Isso pode indicar que no período em que se verificou alta no preço do petróleo em mercados internacionais, a economia brasileira já havia saído em períodos de forte instabilidade e as flutuações do produto estavam respondendo as políticas internas de investimento numa época em que se elevava também a produção nacional do petróleo. No mesmo horizonte de tempo, verifica-se que a inflação brasileira ($d_INFLACAO$) não é influenciada pelo preço internacional do petróleo; a magnitude da estimativa é de apenas -0.002 e não é significativa do ponto de vista estatístico.

As estimativas do modelo também mostraram que há uma relação dinâmica de curto prazo entre o câmbio e o preço internacional do petróleo. Esta relação é negativa e estatisticamente significativa ao nível de 5%, ou seja, a moeda nacional perde poder de troca frente à moeda estrangeira. Isso pode ser analisada numa perspectiva de equilíbrio geral. A significância do coeficiente sugere que, no curto prazo, o mercado cambial e o mercado de petróleo são interligados e as informações fluem rapidamente entre os agentes que neles operam, de tal maneira que há efeitos de transmissão de preços, sinalizando que, quando se analisa a dinâmica de formação de preços do petróleo em determinado período de tempo, não se deve ignorar seus possíveis impactos sobre os preços relativos. Isso é politicamente importante porque sugere que a variação da taxa de câmbio brasileira não responde somente as medidas políticas da autoridade cambial, mas que há um outro conjunto de fatores de curto prazo, incluindo choques externos na

oferta, que efetivamente pode agir no sentido de desvalorização cambial, mesmo que a intenção fosse de uma política voltada a fornecer incentivos às exportações. Todavia, salienta-se que a magnitude do efeito sobre o câmbio são se mostra muito elevado para o período em análise, resultado parecido ao encontrado por Matos (2015), possibilitando a autoridade monetária a ter poder de atuação na busca por redução dos impactos negativos.

Enquanto isso, o desemprego, a taxa de juros e a oferta monetária, não são influenciados pelo preço internacional do petróleo, pelo menos no curto prazo. Este efeito é sugerido não apenas pela não significância dos coeficientes estimados dessas variáveis, mas porque suas magnitudes são também muito baixas.

Desta forma, para um retrato como o da economia brasileira no período analisado, percebe-se que o aumento dos preços do petróleo no mercado internacional tende a impactar PIB e câmbio no curto prazo, mesmo que em pequena magnitude. Por outro lado, as demais variáveis não se mostraram comportamentalmente afetadas significativamente no curto prazo.

Tabela 4 - Modelo VECM – coeficientes de curto prazo

Variáveis	PPETRO _(t-1)	LNPIB _(t-1)	INFLACAO _(t-1)	CAMBIO _(t-1)	DESEMPREGO _(t-1)	JUROS _(t-1)	M1 _(t-1)
PPETRO _t	-0,2964** (0,0776)	-6,3130 (16,2899)	-0,5991 (1,2194)	0,9149 (4,5214)	1,4047 (1,2760)	1,6876 (3,7122)	10,9655 (14,0388)
LNPIB _t	-0,0009** (0,0003)	0,5215** (0,0755)	0,0200** (0,0056)	0,0011 (0,0209)	-0,0061 (0,0059)	-0,0849** (0,0172)	-0,0727 (0,0650)
INFLACAO _t	-0,0020 (0,0042)	0,4826 (0,4826)	-0,4215** (0,0664)	1,0529** (0,2461)	0,0706 (0,0694)	-0,1568 (0,2021)	1,4575** (0,7644)
CAMBIO _t	-0,0024* (0,0013)	0,0205 (0,2808)	0,0046 (0,0210)	-0,3917** (0,0779)	-0,0395* (0,0220)	-0,0004 (0,0640)	-0,4772** (0,2420)
DESEMPREGO _t	-0,0011 (0,0056)	-0,2263 (1,180)	0,1061 (0,0883)	0,1166 (0,3275)	-0,15371* (0,0924)	1,2034** (0,2689)	4,6746** (1,0170)
JUROS _t	-0,0016 (0,0014)	1,4526** (0,3107)	0,0209 (0,0232)	-0,1996** (0,0862)	-0,0332 (0,0243)	-0,7400** (0,0708)	0,9298** (0,2678)
M1 _t	0,0001 (0,0005)	-0,1505 (0,1079)	-0,0062 (0,0080)	0,0258 (0,0299)	-0,0365** (0,0084)	-0,1144** (0,0245)	-0,7386** (0,0930)

Uma análise economicamente importante na modelagem VECM é a verificação do modo como comportam as variáveis no longo prazo. Tal verificação pode ser feita observando os coeficientes de ajustamento e os parâmetros das equações de cointegração. Assim, além dos coeficientes de curto prazo acima apresentados, procedemos estimando os parâmetros de ajustamento e os coeficientes de cointegração para todas as variáveis consideradas do modelo VECM, conforme apresentado na Tabela 5, elaborada pelos autores. A Coluna 2

contém informações sobre os coeficientes de in-formações sobre os coeficientes de ajustamento de longo prazo, que apresentaram resultados muito intuitos; eles se ajustam em direção a um equilíbrio dinâmico de longo prazo, no qual informações sobre os choques do petróleo são relevantes para a economia brasileira, principalmente em relação à política de emprego e de combate à inflação.

Os coeficientes sugerem que os choques de longo prazo do preço do petróleo têm impactos significativos e persistentes em variáveis macro da economia brasileira. Ou seja, ambos os choques serão incorporados à dinâmica e, portanto, oscilações no preço internacional do petróleo, por exemplo, deve ser vista pelas autoridades de política econômica brasileira como um motivo de preocupação, porque ajustamentos nas principais variáveis macroeconômicas, como o PIB, o emprego (ou, inversamente, o desemprego), os juros e a moeda sempre incorporam outra dinâmica de ajuste decorrente do mercado internacional do petróleo. Em especial, o PIB, a taxa de crescimento da oferta monetária, a taxa de desemprego, as taxas de juros se apresentam interligados com o mercado de petróleo. Isso pode ser verificado pela significância estatística dos parâmetros associados a cada uma dessas variáveis. Não se pode dizer a mesma coisa para a inflação e o câmbio, pois reportam coeficientes que são estatisticamente insignificantes para qualquer nível de significância de até 10%.

Quando as predições sobre o choque do preço do petróleo forem satisfeitas, diz-se que *PPETRO* está além do seu valor de equilíbrio porque seu coeficiente na equação de cointegração é positivo (Coluna 3). Isto significa que se o preço do petróleo for muito alto, além do nível compatível com o emprego dos fatores, seu momento de pico implicaria uma redução acentuada no PIB, e que qualquer política para a contenção da inflação interna provocada pelo aumento dos custos de produção teria como impacto inicial um elevado custo de desemprego nacional. O coeficiente de *PPETRO* indica esta tendência de que quando o preço médio do petróleo for muito alto, o PIB, desemprego e a inflação de longo prazo caem significativamente. A queda do câmbio, da taxa de juros e da oferta monetária não têm quedas relevantes do ponto de vista estatístico. Ou seja, o PIB, o desemprego e a inflação têm uma tendência comum com o preço do petróleo no longo prazo, ao passo que a taxa cambial, a taxa de oferta monetária e a taxa de juros têm tendências diferentes uma da outra.

Tabela 5 - Vetores de cointegração e Vetores de ajustamento

Variáveis	Vetor de ajustamento de Longo prazo	Vetor de Cointegração 1	Vetor de Cointegração 2	Vetor de Cointegração 3
PPETRO _t	0,0023 (0,007)	1,0000 (0,0000)	1	6,62e-24
LNPIB _t	0,0005 (0,0003)**	-2952,341 (169,8186)**		1
INFLACAO _t	0,0004 (0,0004)	-59,5763 (18,1413)**	-187,1827 (17,5248)**	-0,1044 (0,0149)**
CAMBIO _t	0,0001 (0,0001)	-2,0845 (38,9410)	188,4347 (31,6812)	-0,1043 (0,0270)**
DESEMPREGO _t	0,0024 (0,0005)**	-45,4345 (16,3699)**	-55,7952 (13,7005)**	-0,0156 (0,0116)
JUROS _t	0,0007 (0,0002)**	-72,115 7 (61,5180)	-53,0464 (55,1174)	-0,0179 (0,0469)
M1 _t	-0,0002 (0,0000)**	-102,2439 (213,1771)	574,2508 (209,4359)**	0,6236 (0,1784)**

Uma das dificuldades de se lidar com modelos cujas variáveis são cointegradas é a forma de identificar os parâmetros livres na própria equação de cointegração. Na ausência de restrições teóricas, Johansen (1991) propôs um esquema de identificação padrão, no qual mostra que, se existem r equações de cointegração, então ao menos é necessário r^2 restrições para identificar parâmetros livres na equação de cointegração, tal como a apresentada na Coluna 3. Os resultados das Colunas 4 e 5 foram obtidas a partir desse procedimento de Johansen para a identificação. Os coeficientes nestas duas colunas são diferentes por causa da mudança no vetor normalizado. Focando na Coluna 4, que é o resultado reportado quando se normaliza o primeiro vetor, conclui-se que existe ligação de longo prazo entre o preço internacional do petróleo, o mercado interno de trabalho, a política de inflação, a política cambial e a decisão da oferta monetária. Os resultados desses coeficientes são extremamente altos e estatisticamente significativos.

Em suma, os resultados demonstram que no curto prazo o preço internacional do petróleo tem impactos estatisticamente significativos sobre o PIB e o câmbio. Os sinais dos coeficientes sugerem que se o preço do petróleo aumentar o PIB diminui, consistente com o estudo de JIMENEZ-RODRIGUEZ (2008), que concluiu que choques no preço do petróleo tem impactos negativos no PIB dos países importadores. A taxa de inflação, a taxa de juros, a taxa de desemprego e a taxa de oferta monetária, por sua vez não se mostram influenciadas pela variação do preço do petróleo. O coeficiente estimado da inflação, em particular, tem um sinal negativo e é insignificante, o que não está de acordo com o estudo de JIMENEZ-RODRIGUEZ (2008), pelo menos

no curto prazo, pois ela encontrou uma relação positiva entre essas duas variáveis. No longo prazo os vetores de cointegração e vetores de ajustamento mostraram que as variáveis de PIB, desemprego, os juros e o agregado monetário (M1) sofrem efeitos decorrentes do mercado internacional do petróleo.

4.3 Função impulso-resposta das variáveis macroeconômicas

Para captar a reação do desemprego, inflação, câmbio, oferta monetária, taxa de juros e PIB a choques de um desvio-padrão no vetor de preço internacional do petróleo, foram gerados os gráficos da função impulso-resposta, os quais estão retratados na Figura 4 e compreendem um período de doze meses. Deve-se salientar que, no presente estudo, esta análise tem intuito não necessariamente de previsão, mas sim análise de possíveis comportamentos das variáveis macroeconômicas em economias como a brasileira, frente a choques do preço internacional do petróleo.

De modo geral, os gráficos mostram que as respostas não são similares para todas as variáveis e para todo o período, contudo apresentam um certo padrão (como esperado), como efeitos iniciais mais acentuados, se dissipando e atenuando no decorrer do tempo, com tendência um ponto estacionário. O gráfico (I) mostra a dinâmica do choque do preço do petróleo sobre si ao longo do tempo. Os choques dessa natureza foram expressivamente negativos no primeiro mês, mas dissiparam rapidamente nos meses subsequentes. A intuição disso é que um elevado preço do petróleo no período corrente não poderia realimentar continuamente esses mesmos preços no período seguinte. Assim, altas de preços são, portanto, seguidos de períodos curtos de suas baixas, porque logo o preço de petróleo seguirá o curso normal dos negócios.

Olhando para o gráfico (II), que ilustra a reação da taxa de inflação brasileira a choques no preço do petróleo no período de 2002 a 2015, verifica-se que em alguns meses ocorreram picos mais elevados, enquanto em outros se tem uma relativa estabilidade na reação da inflação a mudanças no preço do petróleo. Os choques do petróleo provocou inicialmente forte efeito negativo sobre a inflação, mas a partir do final do terceiro para o começo do quarto mês desse mesmo ano tais choques, ainda que persistentemente negativos, foram aliviados graças a recuperação dos setores produtivos nacionais que agora puderam cobrir altos custos do insumo petróleo mediante uma capacidade de produção também em alta que lhes permite ofertar uma produção maior aos consumidores no mercado nacional a um preço final compatível com as condições de equilíbrio. Os efeitos dos choques do preço internacional do petróleo se dissiparam vagarosamente no tem-

po, e os processos retomam suas trajetórias de longo prazo apenas no décimo mês.

Os efeitos sobre o PIB apresentam um comportamento muito particular (gráfico III). Num primeiro momento, o PIB tem uma resposta muito rápida e contrária a choques positivos desse preço, com forte queda do produto. Contudo, após esse impacto inicial, o PIB passa a responder positivamente a choques no preço do petróleo ($d_{PPE-TRO}$). Em geral, após esses impactos iniciais, os choques se dissiparam e a renda interna seguiu a sua trajetória de longo prazo. Este resultado da reação transitória e estável do PIB aos choques no preço do petróleo, em geral, pode ser atribuído não só a recuperação da economia brasileira no começo dos anos 2002 após duas décadas de instabilidade macroeconômica profunda, mas também a um conjunto de políticas específicas de promoção do emprego.

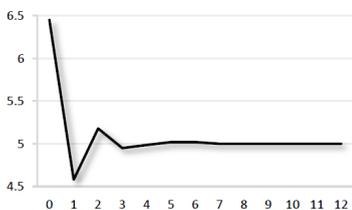
Em relação ao câmbio, a função impulso-resposta (gráfico IV) ilustra que, no primeiro momento, a variável câmbio (d_{CAMBIO}) reage de maneira negativamente forte a choques no preço do petróleo (d_{PPETRO}). Isto sugere que se os agentes criaram expectativas a respeito de variações significativas no preço internacional do petróleo e se num determinado momento de negócios essas expectativas não se confirmarem, a pressão sobre a demanda e oferta de divisas posteriormente gerarão um desequilíbrio nesse mercado, provocando mudanças significativas nos preços relativos. Este fato pode ser evidenciado num segundo, período em que os mecanismos que regem estes mercados tornam as trocas factíveis, quando choques de preços causaram reações positivas no câmbio. No entanto, após este período, os choques do preço se dissiparam, enquanto o câmbio seguia sua trajetória de longo prazo dependente do regime cambial vigente. Também é possível verificar que choques dos preços do petróleo sobre o desemprego, vide gráfico (V) da Figura 4. Em um primeiro momento, geram forte reação positiva na taxa de desemprego ($d_{DESEMPREGO}$), porém, nos meses seguidos a tais choques, o nível de desemprego caiu grandemente – mostrando-se, como esperado, inverso ao PIB – para depois apresentar uma tendência a estabilidade.

Quando se analisa a reação da taxa de juros (d_{JUROS}) a choques no preço do petróleo no mercado internacional, verifica-se que, para qualquer mudança ocorrida neste preço, os juros domésticos tendem a cair agudamente inicialmente e depois se elevar (Gráfico VI). Embora nos meses subsequentes o impacto não seja tão forte como no período inicial, não há tendência a dissipação dos choques ao longo do tempo e, portanto, os juros não se mostram temporalmente estável. A resposta da oferta monetária (d_{M1}) é mais forte nos primeiros meses de cada ano. Observa-se forte queda inicial, mas estabilizam-se nos meses subsequentes para depois seguirem seu curso de cresci-

mento de longo prazo estável, quando os choques já dissiparem por completo. A variável mostra trajetória – em termos de tendência – semelhante ao PIB, contudo com certa defasagem em relação a este.

Em geral, as funções impulso-resposta para o choque de preço de petróleo, apresentaram efeitos iniciais com sinais esperados, conforme literatura discutida na revisão. Obteve-se respostas negativas para inflação, PIB, juros, câmbio e M1, e impacto positivo no desemprego. Exceção, neste panorama, talvez seja a resposta inicial da taxa de juros, que poderia subir desde início, como observado em trabalho para a economia brasileira, em Matos (2015). Após esse primeiro impacto o que se percebe é resposta das variáveis no sentido contrário, ou seja, demonstrando indícios de que a economia, com quadro do período analisado, tenderia a rebater os impactos iniciais, atenuando-os no decorrer do tempo, com tendência de estabilização no longo prazo.

Deste modo, os resultados obtidos das estimativas – coeficientes de curto prazo, vetores de cointegração e vetores de ajustamento e as funções impulso-resposta – demonstram, no geral, que o preço internacional do petróleo tem impactos estatisticamente significativos sobre variáveis macroeconômicas em países importadores da commodity, como o caso do Brasil, considerando o panorama e estrutura econômica do período analisado. Portanto, isso mostra que os formuladores de política do Brasil devem considerar tais aspectos em suas tomadas de decisões e de políticas econômicas, pois a variáveis macroeconômicas, tais como as aqui analisadas, tendem a sofrer mudanças de comportamento/trajetórias diante de elementos externos como o preço internacional do petróleo.



I) Resposta de d_PPETRO



II) Resposta de $d_INFLACAO$

Figura 4 - Função impulso-resposta das variáveis a um choque na variável Preço do Petróleo (d_PPETRO) – Horizonte temporal de 12 meses

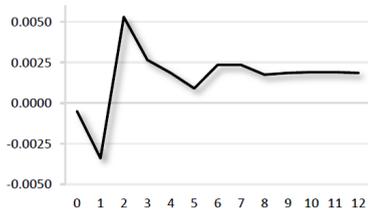
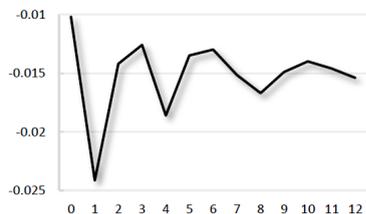
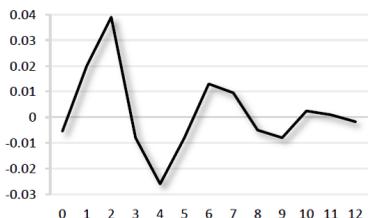
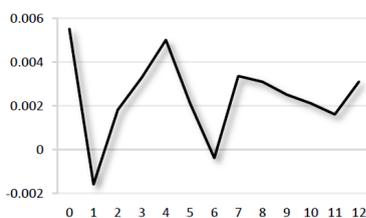
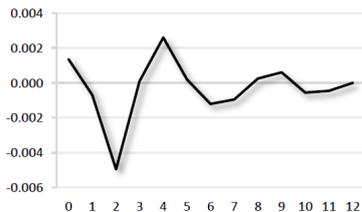
III) Resposta de d_PIB IV) Resposta de d_CAMBIO V) Resposta de $d_DESEMPREGO$ VI) Resposta de d_JUROS VII) Resposta de d_M1

Figura 4 - Função impulso-resposta das variáveis a um choque na variável Preço do Petróleo (d_PPETRO) – Horizonte temporal de 12 meses (continuação)

5. CONCLUSÕES

O objetivo da pesquisa foi analisar o impacto dos choques de petróleo sobre o comportamento das variáveis macroeconômicas do Brasil, tendo como base o período de 2002 a 2015. Especificamente, buscou-se analisar os efeitos dos choques do petróleo sobre o com-

portamento do PIB, inflação, câmbio, desemprego, taxa de juros e M1 da economia brasileira. Para tanto, um modelo de vetores autoregressivos cointegrados foi estimado e reportados resultados para o entendimento da relação dinâmica entre as principais variáveis macroeconômicas fundamentais para políticas cambial, de emprego, juros e da inflação interna.

As estimativas reportadas pelo VECM com variáveis estacionárias em primeiras diferenças mostram que, no curto prazo, choques no preço do petróleo impactam significativamente no PIB e na taxa de câmbio, mas não na inflação, juros, M1 e nem na taxa de desemprego. Uma análise de longo prazo, mediante os coeficientes de ajustamento, contudo, mostra a interligação entre o mercado do petróleo, o mercado de trabalho e as decisões das autoridades econômicas no âmbito da inflação, juros e oferta monetária, resultado este muito consistente com as várias conclusões dos estudos aqui revistos, em particular com os estudos de JIMENEZ-RODRIGUEZ (2008).

Ainda no longo prazo, os vetores de cointegração sugerem que elevação muito alta no preço do petróleo implicaria uma redução acentuada no PIB e nas taxas de inflação e de desemprego nacional. A queda do câmbio, da taxa de juros e da oferta monetária não são relevantes do ponto de vista estatístico. Os resultados obtidos através do processo de normalização de Johansen indicam também a interligação do mercado interno de trabalho, a política de inflação, a política cambial e a decisão da oferta monetária, cujos coeficientes foram grandes em magnitude e estatisticamente significativos.

Pelas funções impulso-respostas, verificou-se que a inflação, juros, câmbio e a oferta monetária inicialmente respondem negativamente a choques do preço do petróleo. Ao longo do horizonte de previsão ambas as variáveis inflação, câmbio e M1 se estabilizam e passam a seguir seus respectivos comportamentos de longo prazo, enquanto os juros continuam numa trajetória mais instável. Os efeitos iniciais dos choques do petróleo tendem a gerar uma rápida redução no PIB, mas depois este passa a responder positivamente, atenuando os impactos iniciais promovidos pela elevação dos preços internacionais do petróleo e posteriormente entrando em certa trajetória estacionária de comportamento de longo prazo. Num primeiro momento, a taxa de desemprego reage positivamente a choques do preço do petróleo, mas nos meses subsequentes, o desemprego cai grandemente – respondendo ao crescimento do PIB seguindo trajetória oposta a este, conforme teoricamente esperado – e se estabilizou no decorrer do tempo.

Assim, conclui-se a partir desses resultados que, à luz de comparação, embora a robustez dos resultados, talvez seja necessária uma análise mais aprofundada da relação dinâmica entre essas variáveis, incluindo adotar outros modelos macroeconômicos e testar o

modelo que melhor se ajusta aos dados em questão. Contudo, o que se obteve neste estudo é que, com a exceção do M1, os coeficientes estimados foram negativos, indicando que choques do petróleo têm impactos negativos sobre o PIB, emprego (positivo para desemprego), inflação, taxa de juros e o câmbio. No longo prazo, os coeficientes de ajustamento sugerem que esta relação se mantém e que a política interna de combate ao desemprego, a política de juros, da oferta monetária e a política cambial devem ser tomadas considerando os possíveis efeitos dos choques exógenos de oferta do petróleo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BACEN, 2021. Glossário. Disponível em: <<https://www.bcb.gov.br/aces-soinformacao/glossario>>. Acesso em: 18 de mar. de 2021.

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

BARSKY, R. B.; KILIAN, L. Do we really know that oil caused the great stagflation? A monetary alternative. *NBER Macroeconomics annual*, v. 16, p. 137-183, 2001.

BASTIANIN, A.; GALEOTTI, M.; MANERA, M. The impacts of exogenous oil supply shocks on Mediterranean economies. 2015.

BLANCHARD, O. J.; GALI, J. The Macroeconomic Effects of Oil Shocks: Why are the 2000s so different from the 1970s?. *National Bureau of Economic Research*, 2007.

BLANCHARD, O. *Macroeconomia*. 7. ed. São Paulo: Pearson, 2017.

BUENO, R. L. S. *Econometria de séries temporais*. Cengage Learning, 2008.

COLOGNI, A.; MANERA, M. Oil prices, inflation and interest rates in a structural cointegrated VAR model for the G-7 countries. *Energy economics*, v. 30, n. 3, p. 856-888, 2007.

CUNADO, J.; DE GRACIA, F. P. Oil prices, economic activity and inflation: evidence for some Asian countries. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, v. 45, n. 1, p. 65-83, 2005.

DARBY, M. R. The price of oil and world inflation and recession. *The American Economic Review*, v. 72, n. 4, p. 738-751, 1982.

DORNBUSCH, R.; FISCHER, S. *Macroeconomia*. São Paulo: Makron, 1991.

ENDERS, C.K. *Applied missing data analysis*. Guilford Press, 2010.

ENGLE, R.F.; GRANGER, C.W.J. Co-integração e correção de erros: representação, estimativa e teste. *Econometrica: Journal da Sociedade Econométrica*, p. 251-276, 1987.

FARZANEGAN, M.R.; MARKWARDT, G. The effects of oil price shocks on the Iranian economy. *Energy Economics*, v. 31, n. 1, p. 134-151, 2009.

HAMILTON, J.D. *Time series analysis*. Princeton: Princeton university press, 1994.

JIMENEZ-RODRIGUEZ, R. The industrial impact of oil price shocks: Evidence from the industries of six OECD countries. *Energy Economics*, v. 30, n. 6, p. 3095-3108, 2008.

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

JOHANSEN, S. Estimation and hypothesis testing of cointegration vectors in Gaussian vector autoregressive models. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, p. 1551-1580, 1991.

LEE, K; NI, S.; RATTI, R.A. Oil shocks and the macroeconomy: the role of price variability. *The Energy Journal*, p. 39-56, 1995.

LOPES, L. M.; VASCONCELLOS, A. S. *Manual de Macroeconomia: nível básico e intermediário*. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2014.

LÜTKEPOHL, H. *New introduction to multiple time series analysis*. Springer Science & Business Media, 2005.

MANKIW, N. Gregory. *Macroeconomia*. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2015.

MATOS, Felipe Martins. *Impacto dos choques do petróleo nas economias Latino-Americanas*. 2015. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. C. *Previsão de séries temporais*. 2ª. Ed. São Paulo: Atual Editora. 1985.

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.

MORK, K.A.; OLSEN, O; MYSEN, H. T.. Macroeconomic responses to oil price increases and decreases in seven OECD countries. *The Energy Journal*, p. 19-35, 1994.

NELSON, C. R.; PLOSSER, C. R. Trends and random walks in macroeconomic time series: some evidence and implications. *Journal of monetary economics*, v. 10, n. 2, p. 139-162, 1982.

PEERSMAN, G.; VAN ROBAYS, I. Cross-country differences in the effects of oil shocks. *Energy Economics*, v. 34, n. 5, p. 1532-1547, 2012.

PINDYCK, Robert S.; ROTEMBERG, Julio J. Energy price shocks and macroeconomic adjustments. *Natural Resources Journal*, v. 24, n. 2, p. 277-296, 1984.

SACHS, J. The debt overhang of the developing countries. 1986.

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

VARTANIAN, P. R. Choques Monetários e Cambiais sob Regimes de Câmbio Flutuante nos Países Membros do Mercosul: Há Indícios de Convergência Macroeconômica? *Economia*, Brasília, v.11, n.2, p.435–464, 2010.