



**Mariana Pereira de Albuquerque Ennes**

**Os Efeitos de Mudanças de Preço do  
Petróleo sobre a Produção Industrial no  
Brasil**

**Dissertação de Mestrado**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção de grau de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Macroeconomia e Finanças do Departamento de Economia do Centro de Ciências Sociais da PUC-Rio.

Orientador: Prof. Marcelo Cunha Medeiros

Co-Orientador: Prof. Fernando M. Gonçalves

Rio de Janeiro  
Maio de 2017



**Mariana Pereira de Albuquerque Ennes**

**Os Efeitos de Mudanças de Preço do  
Petróleo sobre a Produção Industrial no  
Brasil**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção de grau de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Macroeconomia e Finanças do Departamento de Economia do Centro de Ciências Sociais da PUC-Rio. Aprovado pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

**Prof. Marcelo Cunha Medeiros**

Orientador  
Departamento de Economia – PUC-Rio

**Prof. Fernando M. Gonçalves**

Co-Orientador  
Itaú BBA

**Prof. Waldyr Dutra Areosa**

Banco Central do Brasil

**Prof. Maurício Canêdo Pinheiro**

UERJ

**Prof.<sup>a</sup> Mônica Herz**

Vice-Decana de Pós-Graduação do CCS

Rio de Janeiro, 26 de maio de 2017

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, da autora e do orientador.

### **Mariana Pereira de Albuquerque Ennes**

Graduou-se em Economia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) em 2004. Fez Mestrado em Economia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) em 2006.

#### Ficha Catalográfica

Ennes, Mariana Pereira de Albuquerque

Os efeitos de mudanças de preço do petróleo sobre a produção industrial no Brasil / Mariana Pereira de Albuquerque Ennes ; orientador: Marcelo Cunha Medeiros ; co-orientador: Fernando Machado Gonçalves. – 2017.

68 f. : il. color. ; 30 cm

Dissertação (mestrado)–Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Economia, 2017.

Inclui bibliografia

1. Economia – Teses. 2. Petróleo. 3. VAR. 4. Choques. 5. Função de resposta a impulso. I. Medeiros, Marcelo Cunha. II. Gonçalves, Fernando Machado. III. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Economia. IV. Título.

CDD: 330

## Agradecimentos

Aos meus pais, Adylson e Tania, pelo amor que sempre demonstraram, apoio e educação que me deram ao longo de toda a minha vida. Aos meus irmãos, Juliana e Daniel, pela amizade, companheirismo e cumplicidade que construímos, e à minha madrinha, Ana, que, com afeto e sabedoria ímpar, participou da minha formação e se tornou parte da nossa família.

Ao Jonas, pela ajuda, carinho e por toda a doçura em todos os momentos alegres e de dificuldade ao longo dos últimos anos.

Ao Fernando Gonçalves, pela orientação, presteza e pelos comentários valiosos neste trabalho, e ao Marcelo Medeiros pela atenção e dedicação ao longo de todo o mestrado.

Aos membros da banca, Waldyr Areosa e Maurício Canêdo, pela participação e comentários, essenciais para o aprimoramento deste trabalho.

À Petrobras pelo apoio financeiro durante o mestrado.

Aos novos amigos que fiz na PUC, por tornarem a rotina mais divertida e leve, em especial Flavia Miragaya, Ana Luiza Cyrino e Marcus Melo. E aos amigos antigos, cuja importância em minha vida e participação em minha formação são inquestionáveis, especialmente Duda Costa, Fernanda Cabral, Debora Duque, Bruno Otoni, Carolina Marzullo e Gabriela Egler.

## Resumo

Ennes, Mariana Pereira de Albuquerque; Medeiros, Marcelo Cunha; Gonçalves, Fernando Machado. **Os Efeitos de Mudanças de Preço do Petróleo sobre a Produção Industrial no Brasil**. Rio de Janeiro, 2017. 68p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Economia, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Neste trabalho, investigamos os mecanismos de transmissão de choques ocorridos no mercado global de petróleo para o preço internacional do petróleo. Adicionalmente, buscamos avaliar se a resposta da produção industrial brasileira depende da natureza do choque observado no mercado global de petróleo. Mais especificamente, avaliaremos se os choques de petróleo atuam via canal de oferta ou de demanda nas indústrias brasileiras. O modelo usado para esta análise é um VAR estrutural composto por três blocos: (i) o bloco do mercado global de petróleo (oferta de petróleo, demanda global por todas as commodities industriais e demanda específica por petróleo); (ii) o bloco da macroeconomia doméstica; e (iii) o bloco da indústria doméstica. O bloco da macroeconomia doméstica e o bloco da indústria doméstica contêm respectivamente a variável de produção industrial agregada e a produção industrial desagregada. Foram então impostas restrições bloco recursivas, de forma que as variáveis domésticas agregadas não afetem as variáveis de mercado global e para que as variáveis das indústrias não afetem as variáveis globais nem as domésticas agregadas. De acordo com os resultados estimados, os choques de oferta de petróleo produzem respostas não significativas estatisticamente, tanto para a produção industrial agregada como para grande parte dos setores industriais. Já as respostas a choques de demanda por petróleo, globais e específicos, quando estatisticamente significantes, são positivas.

## Palavras-chave

Petróleo; VAR; Choques; Função de resposta a impulso.

## Abstract

Ennes, Mariana Pereira de Albuquerque; Medeiros, Marcelo Cunha (Advisor). Gonçalves, Fernando Machado. (Co-Advisor). **The Effects of Oil Price Changes on the Industry-Level Production in Brazil**. Rio de Janeiro, 2017. 68p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Economia, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

We investigate the underlying causes of oil price changes and their transmission mechanisms in Brazil. Additionally, we seek to evaluate whether the Brazilian production response depends on the nature of underlying shocks observed in global oil market. More specifically, we evaluate whether oil shocks are transmitted via supply or demand channels. The analysis is based on a structural VAR model that has a three-block structure comprising: (i) the global oil market block (oil supply, global demand for all industrial commodities and demand specific to the global oil market); (ii) the domestic macroeconomy block; and (iii) the domestic industry block. The domestic macroeconomy block and the domestic industry block are composed respectively by the aggregate industrial production data and by the individual industry production. We impose block recursive restrictions so that domestic variables do not affect global oil market variables, and industry level variables do not affect aggregate variables. According to the estimated results, supply oil shocks do not produce significant responses for the aggregate industrial production and individual industry production. The responses to global demand shocks and to specific demand, when significant, are positive

## Keywords

Oil; VAR; Shocks; Impulse Response Function.

## Sumário

1. Introdução	10
2. Arcabouço Empírico	17
2.1. O Petróleo no Brasil	17
2.1.1. Preços de Combustíveis no Brasil	18
2.1.2. O Petróleo e a Indústria no Brasil	20
2.3. Modelo de Teste	21
2.3.1. VAR Estrutural	21
2.3.2. Base de Dados	24
3. Resultados	25
3.1. Choques Estruturais no Mercado Global de Petróleo	25
3.2. Bloco de Indústria Agregada no Brasil	29
3.3. Efeitos dos Choques Sobre os Setores da Economia	32
3.3.1. Estatísticas Básicas dos Setores Industriais	33
3.3.2. Impacto sobre a Produção Industrial Desagregada	38
3.4. Análise dos Resultados	41
3.4.1. Setor de Transporte Rodoviário	42
3.4.2. Setor de Mineração	44
3.4.3. Setor de não Ferrosos e Outros da Metalurgia	45
3.4.4. Setor Energético	46
4. Conclusão	48
5. Referências bibliográficas	51
Apêndice	54

## Lista de figuras

Figura 1: Exportação Líquida de Petróleo e Derivados no Brasil como Percentual do Produto Interno Bruto (PIB)	18
Figura 2: Evolução dos Preços da Gasolina A	19
Figura 3: Evolução dos Preços do Diesel	20
Figura 4: Evolução dos Preços do GLP	20
Figura 5: Evolução Histórica dos Choques Estruturais (2002-2016)	27
Figura 6: Respostas Cumulativas no Bloco de Mercado Global	28
Figura 7: Resposta Cumulativa da Produção Industrial Agregada a Choque de Preços do Petróleo	30
Figura 8: Respostas Cumulativas da Produção Industrial Agregada do Brasil	31
Figura 9: Choque de Oferta de Petróleo	39
Figura 10: Choque de Oferta de Demanda Mundial	40
Figura 11: Choque de Demanda por Petróleo	40



## Lista de tabelas

Tabela 1: Participação do Petróleo no Consumo Final Energético	20
Tabela 2: Fontes Energéticas no Setor Industrial	21
Tabela 3: Indústrias Analisadas	35
Tabela 4: Participação dos Derivados de Petróleo na Matriz Energética por Setor	36
Tabela 5: Média dos Coeficientes de Exportação (2003-2016)	37
Tabela 6: Sinais das Respostas dos Setores Industriais aos Choques	39
Tabela 7: Sinais das Respostas de Produção e de Preços aos Choques	55

## 1. Introdução

A relação entre os choques de preço do petróleo e os agregados macroeconômicos tem sido muito estudada pela literatura (teórica e empírica), principalmente após os choques ocorridos na década de 1970. Um amplo campo de estudo sugere que flutuações de preço do petróleo têm consequências consideráveis sobre a atividade econômica.

Os trabalhos de Rasche and Tatom (1981), Darby (1982) e Burbidge and Harrison (1984), assim como outros estudos empíricos, encontraram uma relação linear negativa entre os preços do petróleo e a atividade econômica nos países importadores de petróleo<sup>1</sup>. A partir de meados da década de 1980, porém, essa relação linear começou a perder significância e passou a ser observada uma assimetria entre os efeitos dos aumentos dos preços e os efeitos das quedas de preço, em que a queda de preço teria efeito positivo menor sobre a atividade econômica do que o previsto pelos modelos lineares. Diante disso, diversos estudos buscaram modelar esse fenômeno.

Alguns autores introduziram transformações não lineares nos preços para reestabelecer a relação negativa entre preço e atividade econômica<sup>2</sup>, sem, contudo, encontrar uma justificativa econômica relevante para tal. A principal exceção a isso é dada por Lilien (1982), que formulou a *hipótese da dispersão*, baseada no argumento de que uma mudança de preço do petróleo altera a alocação de equilíbrio entre os vários setores.

Blanchard and Gali (2007) adotam uma abordagem diferente desses trabalhos que introduzem modelos não lineares para analisar a assimetria na relação entre preço do petróleo e atividade econômica. Este trabalho analisa a natureza da aparente mudança dos efeitos macroeconômicos dos choques de preço a partir de quatro hipóteses: (i) “boa sorte”, em que os efeitos do choque de preços são semelhantes entre os períodos, mas outros choques contemporâneos, como

---

<sup>1</sup> É esperado que essas consequências sejam diferentes entre os países importadores e exportadores de petróleo, uma vez que o aumento no preço do petróleo deveria ser considerado benéfico para países exportadores e ruim para países importadores e o contrário seria esperado no caso de uma queda nos preços.

<sup>2</sup> Mork (1989), Lee et al (1995), Hamilton (1996) e Jiménez-Rodríguez and Sánchez (2004).

aumento dos preços de outras *commodities*, na década de 1970, e aumento da demanda mundial, na década de 2000, levaram a desempenhos econômicos diferentes; (ii) menor participação do petróleo na produção; (iii) mercados de trabalho mais flexíveis; e (iv) melhoria na política monetária. Por meio de modelos VAR (*Vector Auto Regression*) os autores demonstram que de fato outros choques simultâneos aos choques de preços contribuíram para amenizar (ou aprofundar) os impactos macroeconômicos derivados de choques de preços do petróleo, mas também o efeito dos choques de preços mudou ao longo do tempo, com efeitos recentes consistentemente menores sobre preços e salários, assim como sobre produto e emprego. Por meio de um modelo DSGE, os autores argumentam que a queda da rigidez do salário real, o aumento da credibilidade na política monetária e a queda de participação do petróleo no consumo e na produção são candidatos plausíveis para justificar essa mudança dos efeitos dos choques de preços.

Assim como Blanchard and Gali (2007), Kilian (2009) considera que a ocorrência de outros choques é relevante para explicar a instabilidade das regressões baseadas nos preços do petróleo e, em particular, o porquê de a relação entre tais preços e agregados macroeconômicos parecer importar menos atualmente do que nas décadas de 1970 e 1980. Porém, sua abordagem se difere da abordagem mais comum na literatura sobre choques de preços do petróleo, em que se avalia a resposta dos agregados macroeconômicos a mudanças exógenas no preço. O autor argumenta que esse experimento não está bem definido por duas razões: (i) existência de endogeneidade dos preços de petróleo; e (ii) o preço do petróleo é afetado por diferentes choques de oferta e de demanda no mercado mundial de petróleo, com diferentes efeitos sobre o preço do petróleo e sobre a economia. Este segundo ponto invalida a hipótese *ceteris paribus*, ainda que se controle para causalidade reversa.

A endogeneidade (causalidade reversa entre os agregados macroeconômicos e o preço do petróleo) implica que a correlação observada entre preço do petróleo e agregados macroeconômicos não necessariamente implica na existência de uma relação causal. Uma resposta a esse problema tem sido o uso de transformações estatísticas do preço do petróleo de forma a extrair seus

componentes exógenos, como, por exemplo, a transformação proposta por Hamilton (1996). Neste trabalho o autor sugere o uso do aumento líquido do preço em relação ao nível máximo observado no ano anterior como medida de variação do preço do petróleo. O objetivo dessa transformação seria isolar variações extremas, que poderiam ser atribuídas a eventos políticos, que, por sua vez, são exógenos aos agregados macroeconômicos. Diversos trabalhos utilizaram essas transformações como instrumento para recuperar uma relação causal entre preços e agregados macroeconômicos. Porém, Kilian (2008) testa alguns instrumentos, inclusive o proposto por Hamilton (1996), e demonstra que os mesmos são fracos, e seu uso deve levar a estimativas inconsistentes.

Argumenta-se ainda que a falta de exogeneidade do preço é uma questão contornável. Uma hipótese mais fraca, e defensável, é que o preço responde às variáveis macroeconômicas com um atraso, ou seja, os agregados macroeconômicos não impactam o preço do petróleo de forma contemporânea. Sob essa hipótese, um VAR identificado de forma recursiva com o preço do petróleo ordenado em primeiro lugar poderia ser usado para estimar os efeitos das variações de preço. Essa premissa é usada por diversos trabalhos, incluindo Lee and Ni (2002)<sup>3</sup>. Por outro lado, o fato de o preço do petróleo ser afetado por diferentes choques de oferta e demanda no mercado de petróleo com efeitos sobre o preço do petróleo e sobre a economia deveria receber maior atenção.

Para endereçar esses dois pontos simultaneamente, Kilian (2009) propõe um modelo VAR estrutural para o mercado global de petróleo. Para classificar os determinantes-chave do preço do petróleo, o autor se baseia nos *papers* publicados por Barsky and Kilian (2002, 2004), que distinguem três choques no mercado global de petróleo: (i) choques sobre a disponibilidade física de petróleo (choque de oferta de petróleo); (ii) choques de demanda por petróleo derivada de flutuações no ciclo de negócios global (choques de demanda global), que deve se relacionar com o mercado de *commodities* industriais; e (iii) choques gerados por mudanças na demanda precaucional por petróleo<sup>4</sup> (choque de demanda específico

---

<sup>3</sup> De acordo com Kilian (2008), esta hipótese é apropriada apenas quando trabalhamos com dados em frequência trimestral ou mensal.

<sup>4</sup> A demanda precaucional surge da incerteza quanto à oferta futura, refletindo a *convenience yield* do acesso aos estoques de petróleo. Esse choque específico pode também refletir mudanças na demanda especulativa por petróleo.

por petróleo). Esses três choques tendem a impactar o preço positivamente, mas podem ter efeitos muito diferentes sobre a atividade econômica. O efeito dos choques de oferta e de demanda específica por petróleo nos países importadores de petróleo é, em geral, negativo, enquanto um choque de demanda global tenderia a impactar positivamente a produção.

Há duas razões que levam os choques de demanda e de oferta no mercado global de petróleo a terem efeitos distintos sobre a economia doméstica. A primeira se deve ao fato de cada um desses choques terem impactos diferentes – em termos de *timing*, magnitude e persistência – sobre a trajetória do preço do petróleo. A segunda razão se deve à possibilidade de esses choques terem efeitos diretos sobre a economia, não operando somente via canal de preços. Por exemplo, uma expansão da demanda global por commodities industriais tende a estimular as economias abertas com grande participação da exportação em seu produto. A importância relativa desses efeitos varia ao longo do tempo e não está claro, a priori, qual seria o efeito dominante. Assim, como uma variação observada do preço do petróleo é composta por choques de oferta e de demanda no mercado global de petróleo, e como cada um desses choques tem impactos diretos sobre a economia doméstica, o foco apenas sobre a variação média do preço pode levar a conclusões equivocadas.

O VAR estrutural para o mercado global de petróleo proposto por Kilian (2009) é estimado com base em dados mensais para um vetor  $z_t$ , constituído pelas três variáveis que compõem o bloco de mercado global de petróleo. São propostas medidas explícitas para os choques de oferta de petróleo e para a demanda global que afeta a demanda por commodities industriais. Controlando para esses dois choques é montado um sistema de equações simultâneas para recuperar o componente de demanda específico como resíduo. A representação estrutural deste VAR é a seguinte<sup>5</sup>:

$$A_0 z_t = \alpha + \sum_{i=1}^{24} A_i z_{t-i} + \varepsilon_t \quad (1)$$

<sup>5</sup> Dada a possibilidade de algumas respostas terem um atraso de mais de um ano, o modelo de Kilian (2009) permite dois anos de defasagens.

Onde  $\varepsilon_t$  denota o vetor de choques estruturais não correlacionados e  $e_t$  os choques da forma reduzida, tal que  $e_t = A_0^{-1} \varepsilon_t$ . Os choques estruturais são recuperados a partir dos choques na forma reduzida e impondo-se algumas restrições sobre  $A_0^{-1}$ .

As flutuações nos preços reais do petróleo são assim atribuídas aos seguintes choques estruturais:  $\varepsilon_{1t}$ , que denota o choque de oferta de petróleo;  $\varepsilon_{2t}$ , que denota o choque de demanda global; e  $\varepsilon_{3t}$ , que denota o choque de demanda específico por petróleo.

Sendo recuperado como resíduo,  $\varepsilon_{3t}$  poderia refletir diversos outros choques de demanda que não choques expectacionais, porém, quaisquer que sejam esses fatores, o modelo garante que sejam ortogonais aos choques de oferta e de demanda global.

Para recuperar os choques estruturais, o modelo impõe uma estrutura recursiva sobre a relação contemporânea entre os mesmos, motivado pelo argumento de que a oferta de petróleo não responde a choques de demanda no mesmo mês, variações no preço real do petróleo não afetam a atividade econômica global imediatamente e variações no preço que não são explicadas por choque de oferta nem choque de demanda global devem refletir choques de demanda específicos ao mercado de petróleo.

Os choques no mercado global de petróleo são transmitidos para a economia doméstica tanto por meio de canais de oferta como por canais de demanda. Os canais de oferta são modelados como um aumento do custo dos insumos utilizados na produção doméstica, impactando a produtividade e o produto. Já os canais de demanda focam nos gastos dos consumidores e firmas por bens e serviços como resposta aos choques. O consumo pode ser afetado pelo impacto sobre a renda disponível dos consumidores<sup>6</sup>, pela incerteza quanto à trajetória futura dos preços<sup>7</sup>, aumento da poupança precaucional<sup>8</sup> e pela queda do consumo de produtos com uso intensivo de energia, como veículos automotores.

<sup>6</sup> O aumento do preço da energia impacta a renda disponível para outros gastos (o efeito é maior quanto mais inelástica a demanda por energia).

<sup>7</sup> Essa incerteza leva os consumidores a adiarem a compra de bens duráveis.

<sup>8</sup> A poupança aumenta para garantir a suavização do consumo quando há grande incerteza sobre o nível de emprego e renda.

Pode ser observado mais de um desses canais de transmissão em cada setor da economia, e o efeito predominante desses canais em cada indústria pode ser identificado pela direção em que as respostas de sua produção e de seus preços variam.

A análise dos efeitos dos choques no mercado global de petróleo sobre o nível de produção industrial é importante para que se entendam esses mecanismos de transmissão. Alguns trabalhos buscam analisar os impactos dos choques de preço nas diferentes indústrias. Lee and Ni (2002) utilizam um VAR identificado para analisar os efeitos dos choques de preços para diferentes indústrias nos Estados Unidos. Sua principal conclusão é de que, para as indústrias intensivas no uso de petróleo como insumo – refinarias e químicas, por exemplo –, o efeito predominante dos choques de preço se dá no lado da oferta, enquanto para muitas outras indústrias, a automobilística em particular, os efeitos dos choques de petróleo se dão pelo lado da demanda. Kilian and Park (2007) se baseiam na decomposição estrutural, usando a mesma metodologia de Kilian (2009), para analisar a resposta do mercado de ações de acordo com a causa subjacente ao choque de preço do petróleo. A resposta negativa dos preços das ações a choques positivos no preço do petróleo só é observada quando a causa subjacente desse choque é um choque de demanda precaucional por petróleo. Em contraste, o choque de oferta teria efeito insignificante sobre o retorno acumulado das ações. Fukunaga et al (2011) utilizam abordagem semelhante a Kilian (2009), ao tratar as variações de preço do petróleo como choques endógenos e identificar choques de demanda e de oferta subjacentes ao mercado global de petróleo. Os autores estendem o modelo ao usar dados desagregados para analisar os impactos sobre o nível de produção e de preços por indústria nos Estados Unidos e no Japão.

Baseando-se no trabalho de Kilian (2009), o presente trabalho se propõe a investigar os mecanismos de transmissão de choques no mercado global de petróleo para o preço do petróleo. Adicionalmente, com base no trabalho de Fukunaga et al (2011), o trabalho se propõe a analisar se a resposta da produção no Brasil depende da natureza do choque observado no mercado global de petróleo. Mais especificamente, avaliaremos se os choques de petróleo atuam via canal de oferta (ou de produtividade) ou de demanda nas indústrias brasileiras.

O modelo aqui utilizado é composto por três blocos: (i) o bloco do mercado global de petróleo; (ii) o bloco da macroeconomia doméstica; e (iii) o bloco da indústria doméstica desagregada. Estes dois últimos blocos contêm respectivamente a variável de produção industrial total no Brasil e a produção industrial desagregada em setores. Foram então impostas restrições bloco recursivas, de forma que as variáveis domésticas agregadas não afetem as variáveis de mercado global, e as variáveis das indústrias não afetem as variáveis globais nem as variáveis domésticas agregadas.

De acordo com os resultados estimados, a resposta da produção a choques de oferta de petróleo é estatisticamente não significativa para a produção agregada e para grande parte das indústrias de forma individual.

Já as respostas a choques de demanda, quando estatisticamente significantes, são positivas, tanto para choques de demanda global como para choques de demanda específica ao setor de petróleo.

Quando introduzimos a análise dos preços, os resultados são pouco conclusivos. Não foram encontradas respostas estatisticamente significantes, provavelmente devido ao fato de a série de índice de preços desagregada por setor industrial ser muito curta. A série cobre o período de janeiro/2010 a julho/2015, o que nos permitiu fazer uma análise com apenas 67 observações e reduziu a acurácia da estimação.

O restante do trabalho está organizado em mais três capítulos. No Capítulo 2, apresentamos um breve histórico do setor de óleo e gás no Brasil, dados sobre a participação do petróleo na matriz energética brasileira e o modelo a ser estimado. No Capítulo 3, apresentamos os resultados das estimações, com análise dos choques no mercado global, na macroeconomia doméstica e nos seus setores industriais. O Capítulo 4 apresenta os comentários finais. O Apêndice contempla o modelo com as variáveis de preços como parte do bloco da indústria doméstica, testes relacionados a especificação do modelo, os resultados das regressões, as funções de resposta a impulso, tabelas dos setores da indústria brasileira e os dados da matriz energética desses setores.



## 2. Arcabouço Empírico

O objetivo deste capítulo é apresentar dados sobre a indústria no Brasil e sobre como o petróleo se insere nessa economia. Em seguida apresentamos o modelo teórico utilizado no Capítulo 3 para analisar a dinâmica da economia em resposta a oscilações no mercado mundial de petróleo.

### 2.1.

#### O Petróleo no Brasil

Na década de 1950 foi instituído o monopólio da exploração e do processamento do petróleo pela União por meio da Lei 2004/1953. Nesse contexto, a Petróleo Brasileiro S.A. (Petrobras) foi constituída como agente exclusivo para conduzir as atividades relacionadas a hidrocarbonetos, incluindo as operações de exploração e produção, refino e transporte do petróleo.

A publicação da Lei do Petróleo (Lei nº 9.478/1997) pôs fim a essa exclusividade, possibilitando que se adotasse o regime de concessões. A promulgação da Lei admitiu o regime de livre concorrência na exploração e no processamento do petróleo.

Apesar da quebra do monopólio das atividades de exploração e produção e das demais atividades ligadas ao setor de petróleo, gás natural e derivados, a Petrobras continuou sendo o *player* dominante no Brasil, produzindo mais de 90% do total de petróleo e operando toda a sua capacidade de refino. Observa-se que, apesar de não haver a obrigação legal de abastecimento de derivados no país, a Petrobras assumiu esse papel de forma explícita, estando esse compromisso claro em alguns de seus planos de negócios<sup>9</sup>.

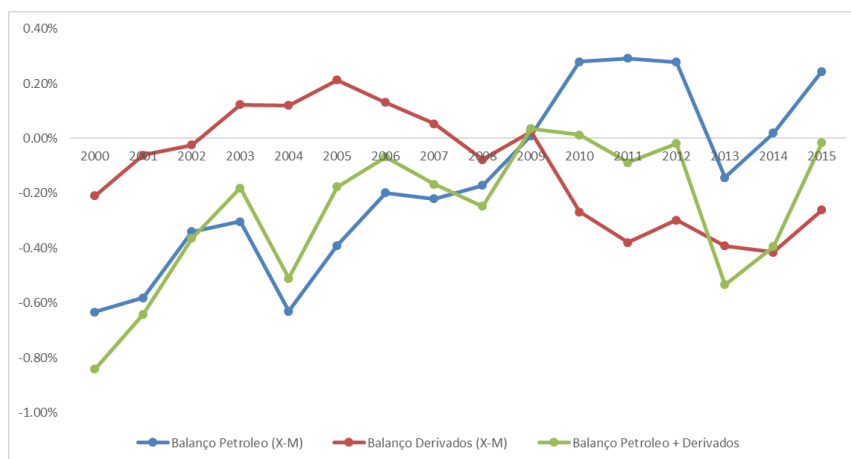
Entre 2002 e 2014 o Brasil se manteve como importador líquido de petróleo e derivados, tendo esse balanço se alterado no biênio 2015-2016. No caso da comercialização do petróleo, o balanço tem sido superavitário desde 2009. Porém, ao observarmos o saldo comercial líquido de petróleo como percentual do Produto Interno Bruto (PIB), vemos que esses saldos são relativamente pequenos, o que nos sugere que o canal de transmissão dos choques via termos de troca

---

<sup>9</sup> A Grande Escolha da Petrobras para o segmento de Refino, Transporte, Comercialização e Petroquímica, em seu Plano Estratégico 2030, foi “Suprir o mercado brasileiro de derivados, alcançando uma capacidade de refino de 3,9 milhões de bpd, em sintonia com o comportamento do mercado doméstico” (Fato relevante do Plano Estratégico 2030 e PNG 2014-2018).

tende a ser fraco, seja o Brasil importador ou exportador líquido.

Figura 1: Exportação Líquida de Petróleo e Derivados no Brasil como Percentual do Produto Interno Bruto (PIB)



Fonte: ANP<sup>10</sup>

### 2.1.1. Preços de Combustíveis no Brasil

A evolução dos preços dos derivados de petróleo exerceu papel fundamental na indústria de óleo e gás no Brasil. Ao longo da década de 1980, a economia teve taxas de crescimento muito baixas e uma taxa de inflação elevada. Nesse período foi estabelecido um fundo para estabilização do custo do óleo adquirido pelas refinarias, limitando os efeitos da volatilidade de preços do petróleo sobre a economia. O fundo acumulava passivos contingentes para a Petrobras quando o preço internacional do petróleo estava alto, e esses passivos eram abatidos quando os preços internacionais caíam.

A abertura econômica possibilitou a desregulamentação dos preços de derivados de petróleo. A Lei do Petróleo de 1997 previa gradual liberalização de preços para igualar os preços nacionais aos internacionais. Dessa forma, os preços de alguns derivados de petróleo foram totalmente liberalizados.

Apesar da liberalização e da abertura de capital da Petrobras, o Governo Federal, como seu acionista majoritário, influencia a política de preços da

<sup>10</sup> <http://www.anp.gov.br/wwwanp/dados-estatisticos>

empresa, levando à defasagem de alguns derivados (gás liquefeito de petróleo – GLP, gasolina e diesel). Essa defasagem de preços funciona como instrumento auxiliar de combate à inflação.

Os fatores de risco descritos no relatório financeiro e operacional anual da Petrobras (Form 20-F) admitem a influência do governo como acionista controlador sobre a definição de sua política de preços.

*“... não necessariamente ajustamos nossos preços do diesel, gasolina e outros produtos de modo a refletir a volatilidade dos preços do petróleo nos mercados internacionais ou a volatilidade de curto prazo da taxa de câmbio do real em relação ao dólar norte-americano. Com base nas decisões do governo federal brasileiro, como nosso acionista controlador, tivemos e podemos continuar a ter períodos em que nossos preços de produtos não estarão em paridade com os preços internacionais.” (Form 20-F 2015)*

Como a Petrobras detém quase a totalidade do refino e da importação de derivados, sua estratégia acaba definindo o preço de todo o mercado nacional.

Almeida et al (2015) estimam o diferencial entre os preços domésticos com os preços internacionais (preço de referência internacional) entre 2011 e 2015, permitindo que observemos a defasagem de preços durante este período. Para comparar os preços domésticos com os internacionais, foi considerado o preço interno de realização dos combustíveis (preço na refinaria), o preço de referência internacional e o preço efetivamente pago com as importações.

Figura 2: Evolução dos Preços da Gasolina A

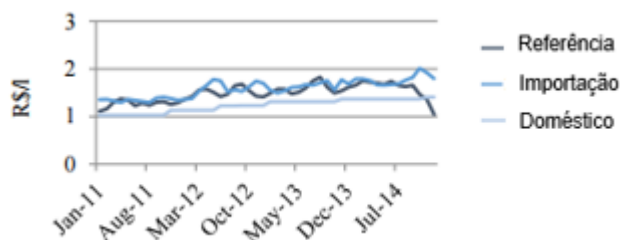


Figura 3: Evolução dos Preços do Diesel

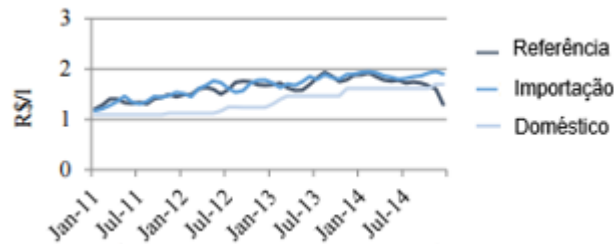
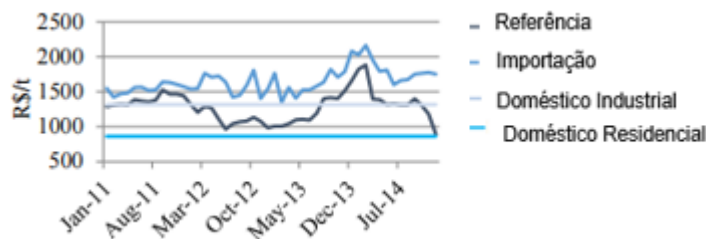


Figura 4: Evolução dos Preços do GLP



Fonte: Almeida e Oliveira (2015)

### 2.1.2. O Petróleo e a Indústria no Brasil

O petróleo é uma importante fonte energética no Brasil. Como podemos ver no Balanço Energético Nacional de 2016 (BEN-2016), Tabela 1, sua participação como fonte energética no consumo final foi superior a 40% durante todo o período 2002-2015.

Tabela 1: Participação do Petróleo no Consumo Final Energético

Fontes %	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<b>Subtotal derivados de petróleo</b>	<b>46,6</b>	<b>44,3</b>	<b>43,5</b>	<b>42,9</b>	<b>42,4</b>	<b>41,7</b>	<b>41,0</b>	<b>41,9</b>	<b>42,1</b>	<b>43,6</b>	<b>44,6</b>	<b>44,4</b>	<b>44,5</b>	<b>42,8</b>
Óleo diesel	17,9	17,1	17,2	16,7	16,4	16,4	16,7	16,9	17,2	17,7	18,3	18,8	18,8	18,4
Óleo combustível	4,6	4,0	3,4	3,4	3,0	3,0	2,8	2,7	2,0	1,8	1,6	1,6	1,5	1,2
Gasolina	7,0	7,2	7,1	7,0	7,2	6,7	6,4	6,7	7,3	8,5	9,7	9,4	9,7	8,9
Gás liquefeito de petróleo	4,2	3,9	3,8	3,6	3,6	3,5	3,4	3,4	3,2	3,3	3,2	3,2	3,1	3,1
Outros Derivados de Petróleo	12,9	12,1	11,9	12,3	12,3	12,2	11,7	12,3	12,3	12,3	11,9	11,5	11,3	11,0
<b>Subtotal outras fontes energéticas (Gás Natural, Carvão mineral, Eletricidade etc)</b>	<b>53,4</b>	<b>55,7</b>	<b>56,5</b>	<b>57,1</b>	<b>57,6</b>	<b>58,3</b>	<b>59,0</b>	<b>58,1</b>	<b>57,9</b>	<b>56,4</b>	<b>55,4</b>	<b>55,6</b>	<b>55,5</b>	<b>57,2</b>
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Fonte: Balanço Energético Nacional (2016)

No Setor Industrial sua participação é modesta, dando-se principalmente por meio do óleo combustível, cuja participação vem diminuindo ao longo dos anos 2000 (a participação do óleo combustível como fonte energética caiu de 9.1% em 2002, para 2.6% em 2015).

Tabela 2: Fontes Energéticas no Setor Industrial

Setor Industrial %	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Gás Natural	8,6	8,7	9,3	9,9	9,9	10,0	10,4	9,5	10,8	11,3	11,1	11,0	11,1	11,8
Carvão Mineral	3,7	3,9	4,0	3,9	3,6	3,7	3,8	3,2	3,8	4,2	4,0	4,1	4,5	4,6
Lenha	7,6	7,7	7,7	7,7	7,6	7,5	8,0	8,6	8,4	8,3	8,4	8,7	8,9	8,8
Bagaço De Cana	17,1	17,7	17,9	18,0	20,1	19,9	18,9	21,2	20,2	19,1	20,1	19,5	18,5	18,3
Outras Renováveis	4,8	5,4	5,3	5,5	5,8	5,8	6,1	6,8	6,7	6,5	6,3	6,8	7,2	7,9
Outras Não Renováveis	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3
<b>Óleo Combustível</b>	<b>9,1</b>	<b>7,5</b>	<b>6,2</b>	<b>6,1</b>	<b>5,3</b>	<b>5,2</b>	<b>4,9</b>	<b>4,9</b>	<b>3,8</b>	<b>3,3</b>	<b>3,0</b>	<b>3,0</b>	<b>3,0</b>	<b>2,6</b>
Gás De Coqueria	1,4	1,4	1,5	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,5	1,5	1,4	1,4	1,4	1,4
Coque De Carvão Mineral	10,3	9,9	9,5	8,8	8,1	8,3	8,2	7,0	8,8	9,3	9,0	8,8	8,9	9,3
Eletricidade	20,3	20,4	20,7	20,7	20,7	20,4	20,8	21,1	20,4	20,3	20,3	20,5	20,4	20,0
Carvão Vegetal	6,4	7,2	8,1	7,8	7,2	7,0	6,9	4,3	4,7	4,8	4,5	4,1	4,1	3,9
Outras	10,4	10,0	9,5	9,9	9,9	10,7	10,5	11,6	10,6	11,3	11,3	11,6	11,7	11,1
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Fonte: Balanço Energético Nacional (2016)

Apesar da relativamente baixa participação dos derivados de petróleo como fonte energética no setor industrial e da defasagem de preços de alguns derivados (GLP, gasolina e diesel), o impacto dos choques no mercado global de petróleo sobre a economia brasileira não deve ser desprezado, pois os setores industriais possuem uma grande heterogeneidade quanto à intensidade no uso do petróleo como fonte energética e quanto ao tipo de derivado utilizado. Dessa forma, para a análise dos canais de transmissão dos choques no mercado de petróleo, selecionamos setores com diferentes intensidades quanto ao seu uso.

Como colocado por Lee and Ni (2002), o uso de dados desagregados por setores industriais, adicionalmente ao produto industrial agregado, é crucial para revelarmos os efeitos dos choques na economia, pois estes podem impactar os setores de forma muito diferenciada e suas forças combinadas podem ser relevantes, apesar da baixa participação dos derivados de petróleo no setor industrial como um todo.

## 2.3. Modelo de Teste

### 2.3.1. VAR Estrutural

A fim de investigar as causas e os mecanismos de transmissão dos choques no mercado global de petróleo sobre a economia brasileira, usamos um VAR estrutural. O modelo impõe uma estrutura bloco recursiva sobre a relação contemporânea dos choques. Foram definidos três blocos, onde o primeiro bloco é do mercado global de petróleo, o segundo é o da macroeconomia doméstica e o terceiro é o da indústria doméstica desagregada em setores.

Como em Kilian (2009), o bloco do mercado global de petróleo identifica choques estruturais fazendo uma decomposição do preço do petróleo em três componentes: (i) choques de oferta de petróleo; (ii) choques de demanda global por todas as *commodities* industriais; e (iii) choques de demanda por petróleo (choques específicos ao mercado de petróleo). A depender da causa subjacente para a mudança do preço do petróleo, seus efeitos podem ser muito diferentes em termos de dimensão e persistência da resposta a esses choques.

São definidas medidas explícitas para a oferta mundial de petróleo, para as variações na atividade econômica real que afeta a demanda por *commodities* industriais (demanda global). Controlando para choques de oferta e para choques de demanda global, o modelo estrutural de equações simultâneas obtém como resíduo o componente de choque específico ao mercado de petróleo.

Esse choque de demanda específico do mercado de petróleo poderia, em princípio, capturar qualquer número de fatores omitidos, porém, quaisquer que sejam esses fatores, o modelo garante que sejam ortogonais aos choques de oferta e de demanda global.

O bloco da macroeconomia doméstica e o bloco da indústria doméstica desagregada contêm respectivamente as variáveis de produção industrial doméstica total e de setores industriais brasileiros.

Considere a forma reduzida do modelo com  $N$  variáveis:

$$X_t = c + B(L)X_t + \varepsilon_t \quad (2)$$

ou

$$\begin{pmatrix} X_{1t} \\ X_{2t} \\ X_{3t} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} c_1 \\ c_2 \\ c_3 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} B_{11}(L) & 0 & 0 \\ B_{21}(L) & B_{22}(L) & 0 \\ B_{31}(L) & B_{32}(L) & B_{33}(L) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_{1t} \\ X_{2t} \\ X_{3t} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \varepsilon_{1t} \\ \varepsilon_{2t} \\ \varepsilon_{3t} \end{pmatrix},$$

Onde  $X_{1t}$  é o vetor coluna de dimensão  $N_1=3$  que contém as variáveis do mercado global de petróleo (oferta de petróleo, demanda global e preço *spot* do petróleo),  $X_{2t}$  é o vetor coluna de dimensão  $N_2=1$  que contém as variáveis domésticas agregadas, e  $X_{3t}$  é um vetor coluna de dimensão  $N_3=1$  que contém a

produção industrial desagregada por setores<sup>11</sup>. O vetor  $c$  é o vetor de constantes, e a variável  $B(L)$  é uma matriz recursiva com operadores defasagem. O vetor de erros  $\varepsilon_t$  tem média zero e a seguinte matriz de covariância:

$$E(\varepsilon\varepsilon') = \Omega = \begin{pmatrix} \Omega_{11} & \Omega_{12} & \Omega_{13} \\ \Omega_{21} & \Omega_{22} & \Omega_{23} \\ \Omega_{31} & \Omega_{32} & \Omega_{33} \end{pmatrix} \quad (3)$$

São então impostas restrições recursivas, de forma que as variáveis domésticas agregadas não afetem as variáveis globais, e as variáveis das indústrias não afetem as variáveis globais e as variáveis domésticas agregadas. O VAR identificado tem a seguinte forma:

$$A_0X_t = A_0c + A_0B(L)X_t + u_t \quad (4)$$

ou

$$A_0 \begin{pmatrix} X_{1t} \\ X_{2t} \\ X_{3t} \end{pmatrix} = A_0 \begin{pmatrix} c_1 \\ c_2 \\ c_3 \end{pmatrix} + A_0 \begin{pmatrix} B_{11}(L) & 0 & 0 \\ B_{21}(L) & B_{22}(L) & 0 \\ B_{31}(L) & B_{32}(L) & B_{33}(L) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_{1t} \\ X_{2t} \\ X_{3t} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} u_{1t} \\ u_{2t} \\ u_{3t} \end{pmatrix},$$

A matriz  $A_0$  é triangular inferior, o que permite que a identificação dos três blocos seja feita de forma independente<sup>12</sup> e que os resíduos da forma reduzida sejam decompostos em choques estruturais. Ou seja:

$$A_0 = \begin{pmatrix} A_{11} & 0 & 0 \\ A_{21} & A_{22} & 0 \\ A_{31} & A_{32} & A_{33} \end{pmatrix} \quad (5)$$

Onde  $A_{11}$  determina a relação entre os elementos da forma reduzida e da forma estrutural do bloco de mercado global.  $A_{21}$  e  $A_{22}$  identificam as equações do bloco da macroeconomia doméstica.  $A_{31}$ ,  $A_{32}$  e  $A_{33}$  identificam as equações do bloco da indústria doméstica desagregada por setores.

<sup>11</sup> No Apêndice A é apresentado um segundo modelo em que são consideradas as variáveis de produção e de preços no bloco de indústria doméstica, logo  $N_3=2$ . Optou-se por avaliar os dois modelos, pois a série de índice de preços disponível contém apenas 67 observações. Logo, o modelo que considera  $N_3=2$  implica em um descarte grande de informações, o que reduz sua acurácia.

<sup>12</sup> Lee and Ni (2002) mostram que a estrutura recursiva de  $A_0$  e de  $B(L)$  permitem a identificação independente dos blocos macro e dos blocos específicos a cada indústria.

A matriz de covariância dos choques estruturais,  $E(uu')$ , é uma matriz identidade.

O VAR foi estimado para o período janeiro/2002 a outubro/2016 e inclui um total de três defasagens, o que foi suficiente para eliminar a autocorrelação dos erros<sup>13</sup>.

### 2.3.2. Base de Dados

O bloco do mercado global de petróleo contempla os choques de oferta de petróleo, choques de demanda global e choques de demanda específicos ao mercado de petróleo, logo  $N_1$  tem dimensão 3. Esses choques são capturados por meio da produção global de petróleo<sup>14</sup>, da produção industrial mundial e do preço spot do Brent<sup>15</sup>, respectivamente.

Para o componente de demanda global, Kilian (2009) concebe a medida de um índice baseado na taxa de frete de cargas secas. Porém, utilizaremos a medida proposta por Fukunaga et al (2011), que utiliza a produção industrial global como *proxy* para essa demanda mundial<sup>16</sup>.

Os blocos da macroeconomia doméstica e da indústria doméstica desagregada por setores têm dimensão igual a um e seus dados foram todos obtidos na base do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

<sup>13</sup> Para maiores detalhes ver Apêndice B.

<sup>14</sup> Fonte: *Energy Intelligence*. Disponível em <http://www.energyintel.com/research/pages/icoh.aspx>.

<sup>15</sup> Kilian (2009) utiliza o preço real, porém optamos por usar o preço nominal, pois o deflator é endógeno à macroeconomia doméstica, o que pode violar a premissa de independência imposta pela estrutura recursiva, como argumentam Fukunaga et al (2011). Além disso, Fukunaga et al (2011) utilizam o WTI como medida para o preço do petróleo, mas optamos por utilizar o Brent. Os preços dos dois tipos de petróleo de referência costumavam ficar próximos um do outro e ser mencionados alternativamente como referência mundial, mas o boom do petróleo de xisto nos EUA subverteu essa relação, gerando dúvidas sobre a utilidade do WTI como termômetro do mercado mundial.

<sup>16</sup> Utilizamos os dados do *World Trade Monitor*, que disponibiliza a produção industrial mensal de 85 países, ou seja, aproximadamente 97% da produção industrial global, incluindo China, Índia e Brasil. Disponível em: <https://www.cpb.nl/en/opendata>.



### 3. Resultados

Para trabalharmos com as séries estacionárias, tiramos a primeira diferença do logaritmo para todas as variáveis<sup>17</sup>. Além disso os dados de produção industrial receberam ajuste sazonal.

O VAR estimado inclui um total de 3 defasagens, o que foi suficiente para eliminar a autocorrelação nos erros<sup>18</sup>. O teste de Raiz Unitária indica que o modelo estimado é estacionário, enquanto o teste LM rejeitou a autocorrelação nos resíduos ao nível de significância de 5%<sup>19</sup>.

A forma reduzida do VAR é estimada via Mínimos Quadrados Ordinários (MQO). Primeiro analisamos as funções de resposta a impulso (FRI) dentro do bloco de mercado global de petróleo. Em seguida incorporamos o bloco da macroeconomia doméstica para verificar a inter-relação entre os choques globais e a variável de produção doméstica agregada. E por fim adicionamos o bloco da produção industrial desagregada, avaliando o impacto dos choques no mercado global de petróleo sobre o nível de produção de cada indústria.

#### 3.1. Choques Estruturais no Mercado Global de Petróleo

Como já mencionado, os elementos da matriz  $A_{11}$  determinam a relação entre os componentes do bloco de mercado global. O número de parâmetros a serem estimados de  $A_{11}$  é  $N_1^2$  (como  $N_1$  é igual a 3, temos 9 parâmetros a serem estimados). Ao normalizarmos  $A_{11}$  de forma que seus elementos da diagonal sejam iguais a 1, o número de parâmetros a serem estimados passa a ser  $N_1(N_1-1)$  (6 parâmetros). Assumimos que a matriz de covariância dos erros estruturais ( $E(uu')$ ) é uma matriz identidade, o que reduz o número de parâmetros a serem estimados para  $N_1(N_1-1)/2$ , ou seja, 3 parâmetros.

---

<sup>17</sup> Os resultados dos testes para as séries em nível e em primeira diferença (testes ADF com constante e tendência) encontram-se no Apêndice B.

<sup>18</sup> Foram também estimados modelos VAR com 9 e 12 defasagens. Os resultados não se alteram, portanto optamos por utilizar um VAR de ordem menor, de forma a termos um modelo mais parcimonioso.

<sup>19</sup> Resultados no Apêndice B.

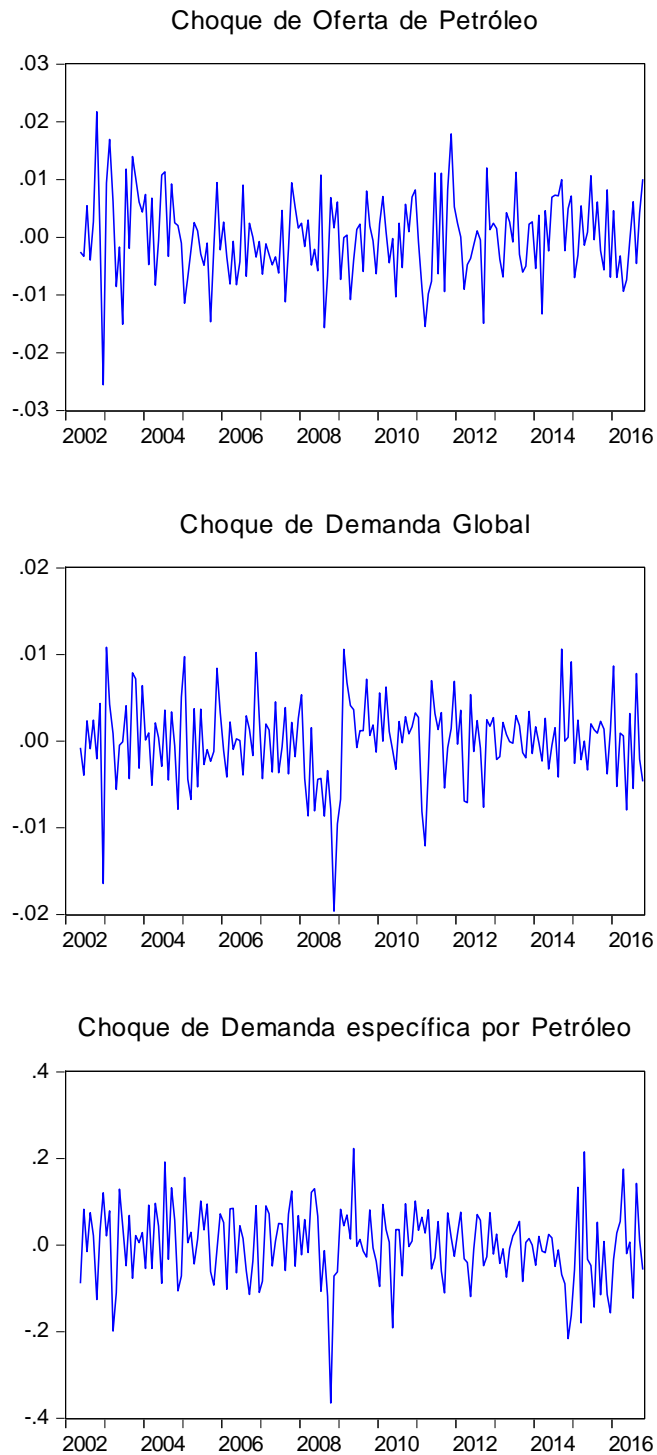
Seguindo Kilian (2009),  $A_{11}$  tem uma estrutura recursiva tal que os erros na forma reduzida podem ser decompostos em  $\varepsilon_t = A_{11}^{-1} u_t$ .

$$\varepsilon_t = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ a_{21} & 1 & 0 \\ a_{31} & a_{32} & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u_1 \\ u_2 \\ u_3 \end{pmatrix} \quad (6)$$

As restrições impostas implicam que choques de oferta de petróleo não respondem à demanda global nem à demanda por petróleo de forma contemporânea. Os choques de demanda global são inovações na produção mundial que não podem ser explicadas por choques de demanda específicos de forma contemporânea.

A Figura 5 apresenta a evolução histórica dos choques estruturais de nosso modelo.

Figura 5: Evolução Histórica dos Choques Estruturais (2002-2016)<sup>20</sup>

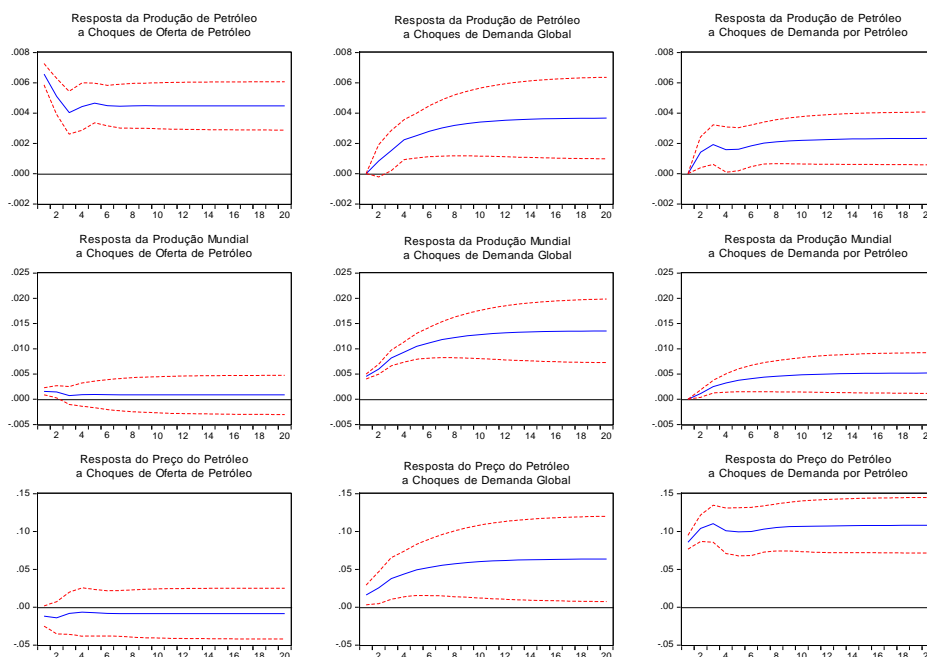


<sup>20</sup> Resíduos estruturais derivados do modelo em frequência mensal.

Ao longo do período podemos observar que os choques de oferta são mais voláteis do que os choques de demanda global<sup>21</sup>, com exceção do choque de demanda ocorrido em 2008, que pode ser notado tanto na demanda global como na demanda específica por petróleo.

As respostas cumulativas das três variáveis no bloco de mercado global encontram-se na figura 6. As bandas para 2 desvios padrão estão indicadas pelas linhas tracejadas.

Figura 6: Respostas Cumulativas no Bloco de Mercado Global



O resultado central é que os três choques têm efeitos muito diferentes sobre o preço nominal. Por exemplo, um aumento inesperado na demanda precaucional causa um aumento imediato e persistente sobre o preço; um choque na demanda global causa um aumento mais moderado e sustentado no preço; enquanto um choque positivo (negativo) de oferta causa uma redução (aumento) no preço, porém estatisticamente não significativo.

A produção mundial, por sua vez, é impactada de modo expressivo e persistente por choques na demanda global, e em menor grau por choques na demanda por petróleo.

<sup>21</sup> O desvio padrão dos resíduos da oferta de petróleo, da demanda global e da demanda de petróleo são respectivamente iguais a 0.007, 0.004 e 0.08.

A oferta de petróleo tende a crescer gradualmente em resposta a choques de demanda por petróleo e, principalmente, a choques de demanda global.

Os choques de demanda por petróleo impactam positivamente e de forma persistente as três variáveis (produção de petróleo, produção mundial e preço do petróleo), sendo que o efeito maior e mais persistente se dá sobre o preço do petróleo. O efeito mais relevante e persistente do choque de demanda global também é sobre os preços.

Os choques positivos de oferta de petróleo estão associados a um aumento na produção de óleo, e seus efeitos sobre a produção industrial global e sobre os preços não são significativos estatisticamente<sup>22</sup>.

Em suma, os resultados são de modo geral intuitivos e se assemelham aos obtidos por Kilian (2009) e por Fukunaga et al (2011), apesar das diferenças de amostra e de dados.

### **3.2. Bloco de Indústria Agregada no Brasil**

A abordagem padrão na literatura é estimar as respostas dos agregados macroeconômicos a choques de preços. Em sua forma mais simples, esta abordagem envolve uma identificação recursiva do VAR em que o vetor  $z_t$  esteja ordenado na seguinte forma:

$$z_t = [\text{preço do petróleo}_t, \text{agregados macroeconômicos}_t] \quad (7)$$

A identificação recursiva desse modelo implica que os choques de preços são tratados como exógenos em relação às variáveis macroeconômicas. Essa abordagem pode levar a conclusões enganosas quando discutimos efeitos de episódios específicos de choques de preços.

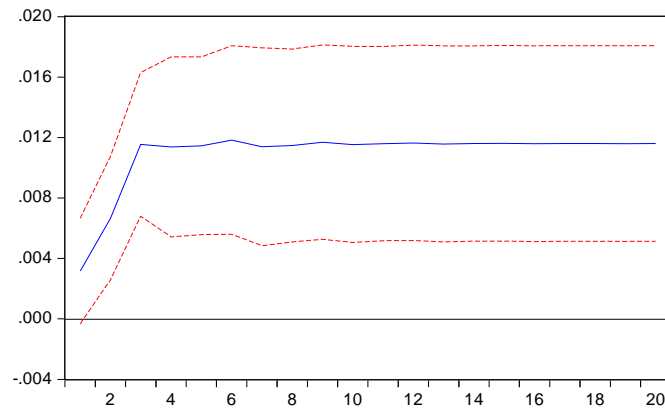
Por exemplo, ao analisarmos o impacto de um choque de preços sobre a produção industrial agregada de acordo com o modelo acima, em que o preço é a

---

<sup>22</sup> Em Fukunaga et al (2011) foi realizada uma normalização do choque de oferta para que este represente um choque negativo na produção de óleo. Assim, o efeito encontrado por Fukunaga et al (2011) do choque de oferta sobre a produção de petróleo foi o inverso do encontrado na Figura 6.

única variável do mercado global de petróleo considerada, obtemos que a produção industrial se comporta como na Figura 7 a seguir.<sup>23</sup>

Figura 7: Resposta Cumulativa da Produção Industrial Agregada a Choque de Preços do Petróleo



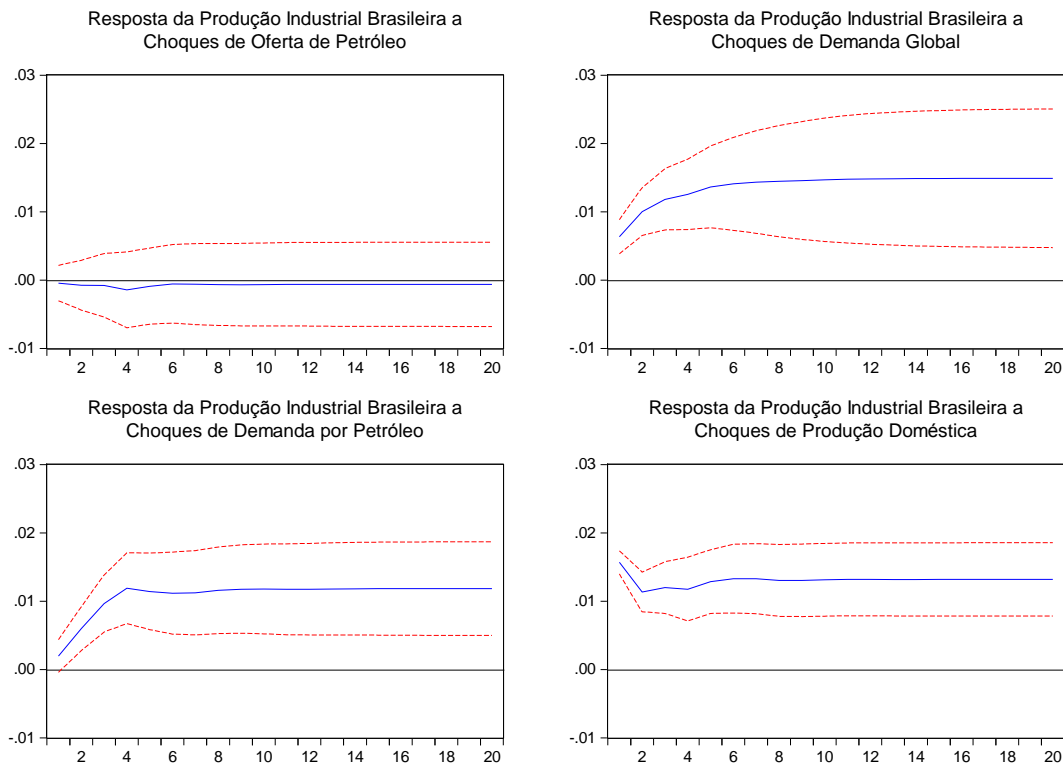
Porém, caso o fenômeno observado seja um choque de oferta de petróleo, deveríamos esperar um impacto irrelevante sobre a produção industrial, caso este choque não impacte o componente de expectativa da demanda por petróleo, como podemos observar na Figura 8 a seguir.

A Figura 8 apresenta as respostas cumulativas da produção industrial doméstica dos três choques identificados no bloco de mercado global e ao choque doméstico agregado.

O choque na variável da produção industrial brasileira captura toda a perturbação de produção agregada não gerada pelos choques de mercado global de petróleo.

<sup>23</sup> A figura se baseia em um VAR estimado com apenas duas variáveis: preço do petróleo e produção industrial doméstica, nessa ordem.

Figura 8: Respostas Cumulativas da Produção Industrial Agregada do Brasil



Um resultado a ser ressaltado é o fato de que os choques de oferta não têm impacto significativo sobre a produção industrial. Essa falta de significância é consistente com a fraca resposta dos preços aos choques de oferta (Figura 6).

Já os choques de demanda (global e específico por petróleo) impactam positivamente a produção doméstica de forma sustentada.

É esperado que as flutuações de preço do petróleo tenham consequências diferentes sobre a atividade econômica entre os países importadores e exportadores de petróleo. Enquanto o aumento no preço do petróleo deveria ser considerado benéfico para países exportadores e ruim para países importadores, o contrário seria esperado no caso de uma queda nos preços.

No trabalho de Jimenez-Rodriguez and Sanchez (2004) os efeitos dos choques de preço do petróleo sobre a atividade econômica real dos principais países industrializados (exportadores e importadores de petróleo) são analisados por meio de modelos VAR multivariados. Nesse trabalho observou-se que, entre os países importadores de petróleo, o aumento de preço tem impacto negativo

sobre a atividade econômica em todos os casos menos Japão, e, entre os dois países exportadores analisados (Reino Unido e Noruega), o efeito do choque de preço sobre a atividade econômica se difere, com o choque afetando negativamente a atividade econômica no Reino Unido (devido à chamada “doença holandesa”) e positivamente na Noruega. No caso do Brasil, o resultado encontrado acima para as respostas aos choques dos componentes de demanda por petróleo, que impactam a atividade econômica diretamente (e indiretamente via preços), é semelhante ao obtido para a Noruega no estudo de Jimenez-Rodriguez and Sanchez (2004).

A partir dos anos 2000, o Brasil passou a investir fortemente no setor de óleo e gás. Como principal empresa desta indústria no Brasil, a Petrobras teve papel de destaque durante todo o período analisado. Ao observarmos os investimentos da Petrobras em relação ao total de formação bruta de capital, vemos que essa participação passou de 3.5% em 2000 para 11.1% em 2009, recuando para 7.2% em 2015 (Fonte IBP<sup>24</sup>). Esse aumento é consequência do seu plano de investimentos para a viabilização do Pré-Sal, impulsionando não apenas a produção de petróleo, mas também toda a cadeia de fornecedores do setor. Ao mesmo tempo, o país passou a ser exportador líquido de petróleo em 2009.

Assim, a grande participação do setor na economia pode nos ajudar a explicar a resposta positiva da produção industrial aos choques de demanda.

Na seção 3.3 podemos avaliar o impacto sobre a economia de forma mais detalhada ao estudarmos os impactos sobre a produção de alguns setores da indústria.

### **3.3. Efeitos dos Choques Sobre os Setores da Economia**

Nesta seção reportamos os resultados das estimações para o bloco de indústria doméstica. Esta análise é importante para verificarmos se a resposta da produção no Brasil depende da natureza do choque observado no mercado global de petróleo e, mais especificamente, se os choques de petróleo atuam via canal de

---

<sup>24</sup> <http://www.ibp.org.br/observatorio-do-setor/investimentos-petrobras-e-formacao-bruta-de-capital-fixo-nacional/>



oferta ou de demanda nas indústrias brasileiras.

A estrutura recursiva por bloco implica que os choques no mercado global são os mesmos para todas as indústrias, o que torna significativa a análise transversal entre indústrias e a comparação das respostas dessas indústrias aos choques globais.

### **3.3.1. Estatísticas Básicas dos Setores Industriais**

Consideraremos duas características na análise dos resultados: intensidade no uso do petróleo e a dependência em relação às exportações. A primeira está relacionada à participação do petróleo no custo de produção e a segunda pode ser importante para a transmissão dos choques de demanda global.

#### *(i) Intensidade quanto ao uso do petróleo*

Os setores selecionados incluem indústrias que, em tese, são chave para a transmissão das variações do preço do petróleo, como a atividade de refino e o setor de transporte<sup>25</sup> e, de forma a explorar os canais de transmissão dos choques, incluímos também outros setores que se diferenciam quanto à intensidade no uso do petróleo como fonte energética e quanto ao tipo de derivado de petróleo utilizado.

O petróleo é uma fonte de energia importante no Brasil. Como vimos na Tabela 2, sua participação como fonte energética no consumo final foi superior a 40% durante todo o período de 2002 a 2015. Porém, no Setor Industrial, sua participação é modesta, se dando principalmente por meio do Óleo Combustível, cuja participação vem diminuindo ao longo dos anos 2000. Como podemos ver na Tabela 2, a participação do Óleo Combustível como fonte energética no setor industrial caiu de 9.1% em 2002, para 2.6% em 2015.

Apesar da relativamente baixa participação dos derivados de petróleo como fonte energética no setor industrial, o seu impacto na economia brasileira não deve ser subestimado, já que os setores industriais possuem uma grande

---

<sup>25</sup> O setor de transporte não é considerado como óleo intensivo no processo de fabricação de veículos, porém o serviço de transportes é altamente intensivo no uso de gasolina e diesel.

heterogeneidade quanto à intensidade no uso do petróleo como fonte energética. Dessa forma, para a análise dos canais de transmissão dos choques de petróleo, selecionamos setores com diferentes intensidades quanto ao seu uso.

Para a seleção das indústrias utilizamos a Pesquisa Industrial Mensal de Produção Física (PIM), base de dados fornecida pelo IBGE. A PIM tem o objetivo de acompanhar a evolução do produto real da indústria no curto prazo. Para isso é feito o levantamento das informações de volume físico de diferentes atividades industriais com uma desagregação em 129 indústrias. Para verificarmos a intensidade no uso de petróleo das indústrias, utilizamos o Balanço Energético Nacional (BEN).

Embora a PIM e o BEN apresentem setores compatíveis com a CNAE 2.0 do IBGE, o nível de agregação é diferente, já que a matriz energética apresenta uma desagregação em apenas 22 setores<sup>26</sup>.

Dentre os 22 setores do BEN, 10 não foram considerados na análise. Os setores comercial, público, residencial e agropecuário não compõem a atividade industrial, enquanto os de transportes ferroviário, aéreo e hidroviário não possuem abertura de produção na base de dados da PIM. Também não foram considerados os setores agregados de transporte, industrial e outras indústrias. Com essas exclusões, restaram 12 setores a serem analisados. No entanto, os setores de ferro-gusa e de ferroligas foram considerados conjuntamente, pois não há dados desagregados de produção industrial para eles. Assim, a análise contemplou o total de 11 setores.

Após a seleção dos 11 setores, fizemos uma conciliação entre os setores do BEN e as indústrias da PIM com base no trabalho de Montoya (2014). O Apêndice C apresenta esta conciliação.

---

<sup>26</sup> Os 22 setores do BEN são: (1) Energético; (2) Comercial; (3) Público; (4) Residencial; (5) Agropecuário; (6) Transporte agregado; (7) Transporte Rodoviário; (8) Transporte Ferroviário; (9) Transporte Aéreo; (10) Transporte Hidroviário; (11) Industrial agregado; (12) Cimento; (13) Ferro-Gusa; (14) Aço e Ferro-Ligas; (15) Mineração/Pelotização; (16) Química; (17) Não Ferrosos e Outros da Metalurgia; (18) Têxtil; (19) Alimentos e Bebidas; (20) Papel e Celulose; (21) Cerâmica; (22) Outras Indústrias.

Ao todo foram analisadas 28 indústrias com dados de produção mensal da PIM (IBGE) alocadas entre os 11 setores do BEN (Tabela 3). Os setores estão apresentados por ordem de intensidade quanto ao uso do petróleo.

Tabela 3: Indústrias Analisadas

<b>Setores do BEN</b>	<b>Indústrias Analisadas</b>
1 Transporte Rodoviário	(i) Fabricação de automóveis, camionetas e utilitários; e (ii) Automóveis para passageiros
2 Cimento	(i) Fabricação de cimento
3 Mineração e Pelotização	(i) Extrativa Mineral
4 Não Ferrosos e Outros da Metalurgia	(i) Fundição; (ii) forjaria, estamparia, metalurgia do pó e serviços de tratamento de metais; e (iii) Fabricação de artigos de cutelaria de serralheria e ferramentas
5 Energético	(i) Combustíveis e lubrificantes básicos; (ii) Combustíveis e lubrificantes elaborados - exceto gasolinas para automóvel; (iii) Gasolinas para automóvel ( <i>motor spirit</i> ); e (iv) Fabricação de produtos derivados do petróleo.
6 Têxtil	(i) Confeção de artigos do vestuário e acessórios; e (ii) Preparação e fiação de fibras têxteis.
7 Química	(i) Fabricação de defensivos agrícolas e desinfestantes domissanitários; (ii) Fabricação de sabões, detergentes, produtos de limpeza, cosméticos, produtos de perfumaria e de higiene pessoal; (iii) Fabricação de gases industriais; (iv) Fabricação de produtos de borracha; e (v) Fabricação de produtos de material plástico.
8 Papel e Celulose	(i) Fabricação de celulose e outras pastas para a fabricação de papel.
9 Cerâmica	(i) Fabricação de produtos cerâmicos e Aparelhamento de pedras; e (ii) Fabricação de outros produtos de minerais não metálicos.
10 Alimentos e Bebidas	(i) Alimentos e bebidas básicos, destinados principalmente à indústria; (ii) Alimentos e bebidas elaborados, destinados principalmente à indústria; (iii) Alimentos e bebidas elaborados, destinados principalmente ao consumo doméstico; (iv) Fabricação de bebidas alcoólicas; e (v) Fabricação de bebidas não-alcoólicas.
11 Ferro Gusa, Aço e Ferroligas	(i) Produção de ferro-gusa e ferroligas; e (ii) Siderurgia.

Na Tabela 4 observam-se as participações do petróleo na matriz energética dos setores selecionados, e suas respectivas matrizes energéticas encontram-se no Apêndice D1.

Tabela 4: Participação dos Derivados de Petróleo na Matriz Energética por Setor

%	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1 Setor de Transporte Rodoviário	84,4	84,3	83,4	82,0	82,7	78,8	75,8	74,6	76,0	79,1	81,5	79,9	79,3	74,9
2 Setor de Cimento	72,0	65,4	64,5	65,6	65,7	67,5	67,8	72,9	74,5	71,6	70,0	70,2	70,8	71,5
3 Setor de Mineração/Pelotização	33,6	30,9	21,1	20,7	22,6	23,9	15,7	15,6	11,7	6,0	5,9	6,2	4,9	5,0
4 Setor de não-ferrosos e outros da metalurgia	29,1	32,9	31,0	30,7	28,9	28,7	27,7	29,4	26,3	27,0	26,4	26,0	27,1	31,0
5 Setor Energético	28,7	27,5	27,7	27,4	25,2	22,5	19,1	20,5	21,0	21,6	20,3	20,1	21,2	19,9
6 Setor Têxtil	17,5	10,7	9,6	9,3	8,7	8,5	8,8	9,1	5,3	4,6	4,1	4,1	3,3	2,1
7 Setor Químico	14,1	11,3	9,1	8,7	8,7	6,2	6,6	6,5	3,2	5,1	4,5	6,1	4,8	2,6
8 Setor de Papel e Celulose	13,3	10,6	8,7	8,2	5,4	5,5	5,6	5,3	4,6	3,8	3,3	2,9	3,3	2,9
9 Setor de Cerâmica	11,4	9,2	9,2	7,8	8,1	8,1	7,7	7,8	6,6	2,6	2,3	2,5	2,0	1,3
10 Setor de Alimentos e Bebidas	5,4	4,3	3,4	2,9	2,0	2,1	2,3	2,2	1,4	1,4	1,1	0,9	0,8	0,6
11 Setor de Ferrogusa, aço e ferroliga	0,7	0,7	0,5	0,5	0,7	0,8	0,8	0,9	1,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,0

(ii) *Dependência de exportações*

A Tabela 5 apresenta a média no período 2003-2016 dos coeficientes de exportação por indústria. Esse indicador corresponde ao percentual de faturamento de cada indústria que provém das exportações (relação entre o valor da exportação dos bens industriais e o valor de produção da indústria). Os setores são apresentados por ordem de participação do faturamento decorrente das exportações em relação à sua produção total.

Tabela 5: Média dos Coeficientes de Exportação (2003-2016)

Setores BEN	Indústrias PIM	Indústrias Coeficientes de	Média
1 Mineração Pelotização	Extrativa Mineral	Extração de Minerais	74.8*
2 Setor de não-ferrosos e outros	Fundição Forjaria, estamparia, metalurgia do pó e serviços de tratamento de metais Fabricação de artigos de cutelaria, de serralheria e ferramentas	Metalurgia	30.20
3 Papel e Celulose	Fabricação de celulose e outras		22.79
	Alimentos e bebidas básicos, destinados principalmente à indústria	Produtos alimentícios	21.49
	Alimentos e bebidas elaborados, destinados principalmente à indústria	Produtos alimentícios	21.49
4 Alimentos e Bebidas	Alimentos e bebidas elaborados, destinados principalmente ao consumo doméstico	Produtos alimentícios	21.49
	Fabricação de bebidas alcoólicas	Bebidas	1.31
	Fabricação de bebidas não-alcoólicas	Bebidas	1.31
5 Transporte Rodoviário	Fabricação de automóveis, camionetas e utilitários Automóveis para passageiros	Veículos automotores, reboques e carrocerias	14.44
6 Têxtil	Confeção de artigos do vestuário e Preparação e fiação de fibras têxteis		2.5 11.7
	Fabricação de defensivos agrícolas e desinfestantes domissanitários	Químicos	10.8
7 Químico	Fabricação de sabões, detergentes, produtos de limpeza, cosméticos.	Produtos farmoquímicos e farmacêuticos	8.5
	Fabricação de gases industriais	Químicos	10.8
	Fabricação de produtos de borracha	Produtos de borracha e de	7.6
	Fabricação de produtos de material		7.6
8 Cerâmica	Fabricação de produtos cerâmicos	Produtos de minerais não metálicos	8.3
	Aparelhamento de pedras e fabricação de outros produtos de minerais não-metálicos		
9 Energético	Combustíveis e lubrificantes básicos Combustíveis e lubrificantes elaborados (exceto gasolinas para automóvel) Gasolinas para automóvel (motor spirit) Fabricação de produtos derivados do petróleo	Coque, produtos derivados do petróleo e biocombustíveis	8.0
10 Ferrogusa, Aço e Ferroliga	Produção de ferro-gusa e de ferroligas Siderurgia	Produtos de metal (exceto máquinas e equipamentos)	6.4

\*Média dos anos 2012 e 2013

Fonte: Confederação Nacional da Indústria (CNI)

A média para o período 2003-2016 foi elaborada com base nos dados retirados da base da Confederação Nacional de Indústria (CNI)<sup>27</sup>, e os valores anuais encontram-se no Apêndice D2. Como a desagregação dos setores é diferente da utilizada nesta dissertação, fizemos uma compatibilização entre as bases.

Os dados da CNI são referentes à indústria de transformação, logo não encontramos a série histórica para a indústria extrativa mineral. Porém, o informativo “Coeficientes de Abertura Comercial” publicado pela Confederação Nacional de Indústria (CNI), no primeiro trimestre de 2013, apresenta os dados para o setor em janeiro/2012 e em janeiro/2013. Além disso, a base da CNI não disponibiliza essa informação para o setor de cimento, no entanto o setor de cimento tipicamente apresenta volume exportado reduzido em relação às vendas internas (baixo coeficiente de exportação).

### **3.3.2. Impacto sobre a Produção Industrial Desagregada**

O padrão diversificado quanto à intensidade no uso do petróleo e à participação do comércio exterior sugere que os diversos setores industriais são afetados de forma diferente pelos choques no mercado mundial de petróleo. Adicionalmente, no Brasil, essa análise deve considerar o fato de que se observa uma defasagem ao longo do período analisado no reajuste dos preços de alguns dos derivados de petróleo (GLP, gasolina e diesel).

Nesta seção avaliamos os impactos dos choques das variáveis do bloco de mercado mundial sobre a produção por setores industriais. Para isso, utilizamos o modelo VAR identificado, considerando a variável de produção por indústria no bloco de indústria doméstica.

Os gráficos das funções resposta ao impulso acumuladas dos três choques identificados no bloco de mercado global encontram-se no Apêndice E.

As figuras e tabelas resultantes dessa análise apresentam os setores selecionados por ordem de intensidade no uso do petróleo. Para a comparação

---

<sup>27</sup> <http://www6.sistemaindustria.org.br/gpc/externo/estatisticaAcessoSistemaExterno.faces>

entre as indústrias, apresentamos a magnitude das respostas cumulativas em 4 meses nas figuras 9, 10 e 11. Além disso a tabela 6 sumariza os sinais das respostas ao impulso. O número “0” significa que a resposta é estatisticamente pouco significativa, “+” significa que o sinal é positivo e “-” significa que o sinal é negativo. A última coluna detalha os tipos de derivados demandados por cada um dos setores.

Tabela 6: Sinais das Respostas dos Setores Industriais aos Choques

Setor	Indústria	Choque de Oferta de Petróleo	Choque de Demanda Mundial	Choque de Demanda por Petróleo	Fontes derivadas de petróleo
Transporte Rodoviário	Fabricação de automóveis, camionetas e utilitários	0	+	+	Diesel e Gasolina
	Automóveis para passageiros	0	+	+	
Cimento	Fabricação de cimento	0	0	+	Coque de Petróleo e Óleo Combustível
Mineração Pelotização	Extrativa Mineral	0	+	+	Óleo Combustível
	Fundição	0	+	+	
Setor de não-ferrosos e outros da metalurgia	Forjaria, estamparia, metalurgia do pó e serviços de tratamento de metais	0	+	+	Óleo Combustível
	Fabricação de artigos de cutelaria, de serralheria e ferramentas	0	+	+	
Energético	Combustíveis e lubrificantes básicos	0	0	0	Petróleo, Óleo Combustível e Outras Secundárias de Petróleo
	Combustíveis e lubrificantes elaborados (exceto gasolinas para automóvel)	0	0	+	
	Gasolinas para automóvel (motor spirit)	0	0	0	
	Fabricação de produtos derivados do petróleo	0	0	+	
Têxtil	Confeção de artigos do vestuário e acessórios	0	+	+	Óleo Combustível
	Preparação e fiação de fibras têxteis	0	0	+	
Químico	Fabricação de defensivos agrícolas e desinfestantes domissanitários	0	0	+	Óleo Combustível
	Fabricação de sabões, detergentes, produtos de limpeza, cosméticos, produtos de perfumaria e de higiene pessoal	+	0	0	
	Fabricação de gases industriais	0	+	+	
	Fabricação de produtos de borracha	0	+	+	
Papel e Celulose	Fabricação de produtos de material plástico	0	+	+	Óleo Combustível
	Fabricação de celulose e outras pastas para a fabricação de papel	0	0	0	
Cerâmica	Fabricação de produtos cerâmicos	0	+	+	Óleo Combustível
	Aparelhamento de pedras e fabricação de outros produtos de minerais não-metálicos	0	+	+	
Alimentos e Bebidas	Alimentos e bebidas básicos, destinados principalmente à indústria	0	0	0	Óleo Combustível
	Alimentos e bebidas elaborados, destinados principalmente à indústria	0	0	0	
	Alimentos e bebidas elaborados, destinados principalmente ao consumo doméstico	0	+	0	
	Fabricação de bebidas alcoólicas	0	0	0	
	Fabricação de bebidas não-alcoólicas	0	0	0	
Ferro-gusa, Aço e Ferroliga	Produção de ferro-gusa e de ferroligas	0	+	+	Óleo Combustível
	Siderurgia	0	+	+	

Figura 9: Choque de Oferta de Petróleo

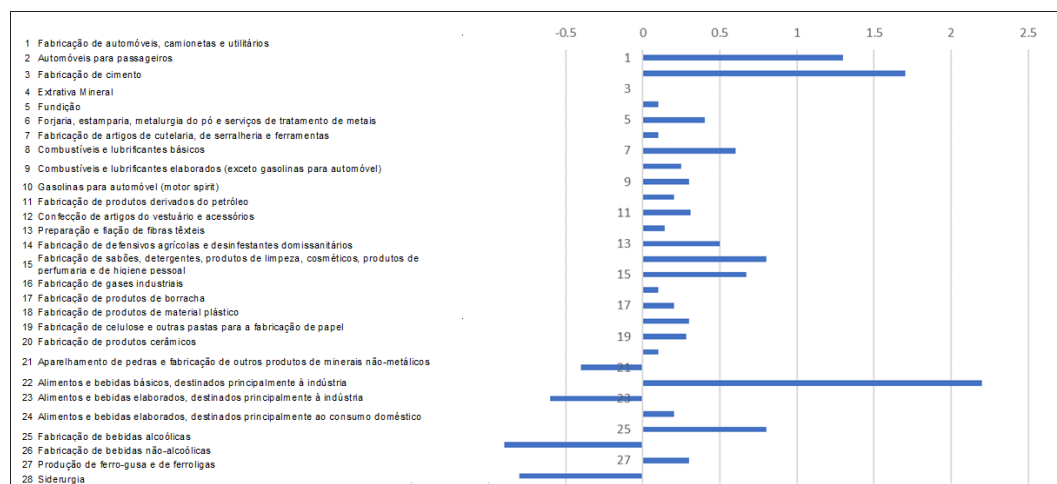


Figura 10: Choque de Demanda Mundial

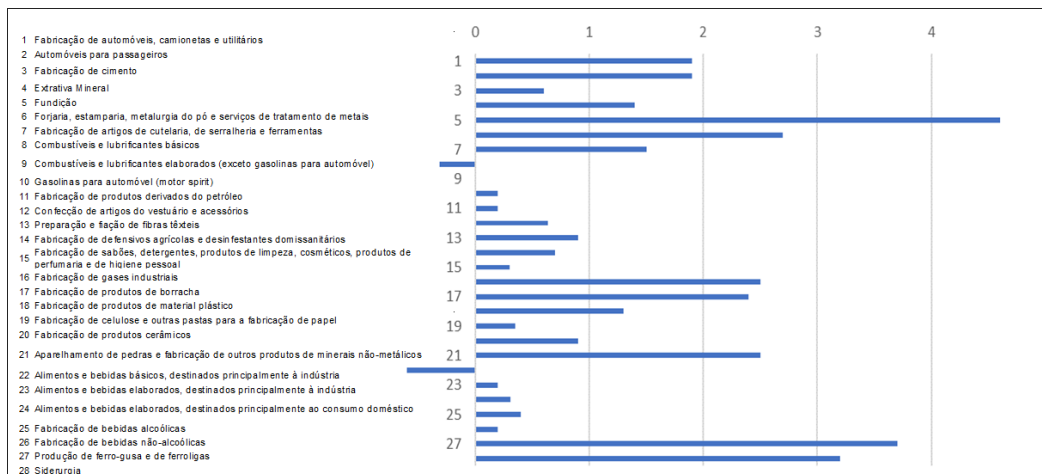
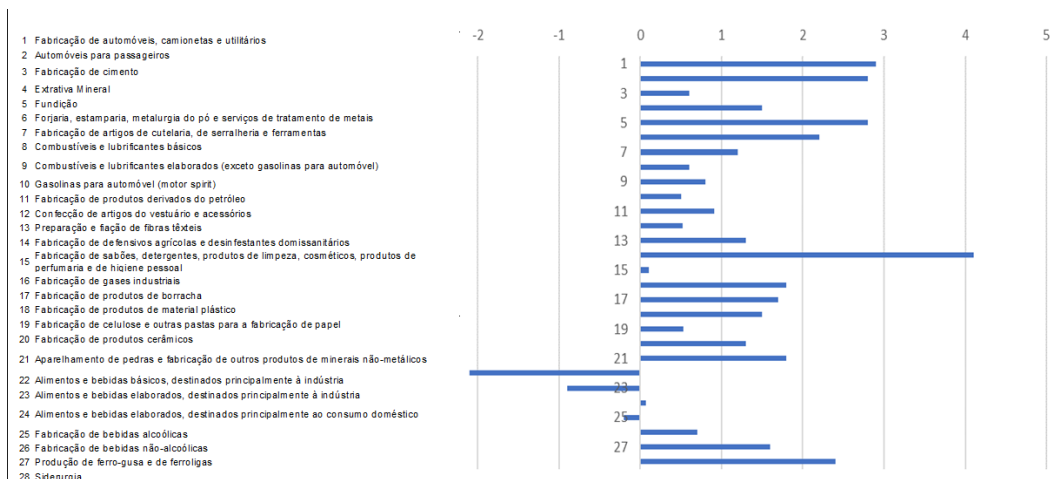


Figura 11: Choque de Demanda por Petróleo



Em linha com o observado na análise da produção industrial agregada, choques de oferta de petróleo têm efeitos tipicamente positivos mas não significativos estatisticamente para todos os setores (a exceção se dá em apenas um dos componentes da indústria química). O choque de demanda global também tem impacto positivo na maioria dos setores e estatisticamente significativo em 15 dos 28 setores analisados. Assim como o choque de demanda global, os choques de demanda por petróleo tem impacto positivo sobre a produção da grande maioria dos setores, sendo tais impactos significativos estatisticamente em 19 dos 28 setores. Analisaremos abaixo em detalhes os resultados para alguns desses setores.



### 3.4. Análise dos Resultados

Tradicionalmente os choques de preço de petróleo são interpretados como choques de custo ou choques de produtividade para países importadores de petróleo, e a maior parte dos estudos foca nos mecanismos de transmissão pelo lado da oferta. Quando o preço do petróleo sobe, aumenta o custo de produção, levando os produtores a reduzirem o uso do petróleo, podendo reduzir a produtividade do capital e do trabalho. Esse canal de custo apareceria principalmente nas indústrias intensivas no uso do petróleo.

Outro canal de transmissão relevante se daria pelo lado da demanda (efeito renda, efeito poupança precaucional, efeito incerteza e efeito de custo operacional). O efeito renda e o efeito poupança operam por meio da renda presente e esperada dos consumidores, enquanto os efeitos incerteza e custo operacional se relacionariam apenas com bens de consumo duráveis. O efeito incerteza de variações no preço do petróleo leva os agentes a postergarem compras de bens duráveis, e o efeito custo operacional leva os consumidores a evitar a compra de duráveis que demandem o uso de derivados do petróleo, como automóveis por exemplo.

De acordo com os resultados estimados, choques de oferta de petróleo são estatisticamente não significantes, tanto para a produção agregada como para a quase totalidade dos setores industriais analisados.

Já os choques de demanda, quando estatisticamente significantes, levam a respostas positivas, tanto para choques de demanda global como para choques de demanda específica ao setor de petróleo.

Para conhecermos os canais de transmissão na economia doméstica que prevalecem em cada um desses setores, a análise do impacto sobre os preços é fundamental. Porém, como podemos ver no Apêndice A, o modelo incluindo preços produz resultados pouco significativos do ponto de vista estatístico. Assim, a partir das respostas de produção e das características das indústrias analisadas, apresentamos uma análise qualitativa sobre os possíveis canais de transmissão.

Como o objetivo da análise é avaliar os canais de transmissão de oferta e de demanda em cada setor, selecionamos os três setores que estão entre os cinco com maior participação de petróleo em sua matriz energética e entre os cinco setores com maior coeficiente de exportação. Adicionalmente, selecionamos o setor energético, que está entre os cinco setores com maior participação de petróleo em sua matriz energética.

Dessa forma, analisamos os canais de transmissão dos seguintes setores: transporte rodoviário, mineração/pelotização, não ferrosos e outros da metalurgia e energético.

### **3.4.1. Setor de Transporte Rodoviário**

A resposta do setor de transporte rodoviário aos choques de oferta de petróleo não apresenta significância estatística, porém, como resposta aos choques de demanda (global e específica), a indústria automotiva exibe um aumento de produção relevante e sustentado.

Identificamos a seguir algumas formas pelas quais os canais de transmissão podem operar como resposta aos choques de demanda global (que atuam indiretamente, via preços, e diretamente, via estímulo de demanda) e aos choques de demanda específica por petróleo.

#### **(A) Choque de Demanda Global:**

- Canal de Oferta: o choque de demanda global impacta positivamente o preço do petróleo, que compõe parte dos custos do setor, porém o petróleo não é item relevante na matriz energética para fabricação de automóveis, devendo impactar pouco a oferta do setor via canal de custos;
- Canal de Demanda Interna: um dos canais de transmissão dos choques de preço do petróleo identificado pela literatura é o efeito custo operacional, que leva os consumidores a evitar a compra de duráveis que demandem o uso de derivados do petróleo, como automóveis por exemplo. Dessa forma, o choque de demanda global, por meio do impacto

sobre o preço do petróleo, deveria afetar negativamente a demanda por automóveis. Porém, o setor automotivo brasileiro está menos suscetível a esse tipo de impacto negativo em decorrência da defasagem dos preços de seus principais combustíveis (gasolina e óleo diesel) em relação aos seus preços de paridade internacional ao longo do período; e

- Canal de Demanda Externa (exportação): apesar de a demanda interna ser responsável pela maior parte do faturamento da indústria, a exportação também é um componente importante, sendo o coeficiente de exportação do setor de 13,8% em 2012 e 14,9% em 2013. Nesse caso, é esperado que o canal de demanda opere como esperado pela literatura, ou seja, que o aumento de preços do petróleo leve a uma queda do consumo de veículos no mundo, mas que essa queda seja compensada, ao menos parcialmente, pela expansão econômica global.

(B) Choque de Demanda Específica por Petróleo:

- Canal de Oferta: o aumento do preço do petróleo derivado de choque de demanda específica deve ter pouco impacto via canal de oferta, pois o petróleo não é item relevante na matriz energética para fabricação de automóveis;

- Canal de Demanda Interna: assim como no caso do choque de demanda global, entendemos que o setor automotivo brasileiro está menos suscetível a uma queda de demanda devido ao aumento dos custos no uso de produtos intensivos no uso do petróleo. Por outro lado, a defasagem dos preços de combustíveis pode representar uma redução de custo relativo de automóveis frente a outros meios de transporte, o que pode impulsionar a demanda por veículos terrestres; e

- Canal de Demanda Externa (exportação): assim como no caso dos choques de demanda global, o aumento de preços resultante desse choque deve levar a uma queda do consumo de veículos, porém, diferente do choque de demanda global, essa queda não deve ser amenizada pela expansão econômica global.

Todos os canais listados acima operam simultaneamente, e, de acordo com os resultados obtidos, levam a um aumento líquido da produção do setor. No entanto, os canais de transmissão dos choques de demanda global e de demanda específica por petróleo que prevalecem só serão conhecidos caso sejam observadas as respostas dos preços do setor a esses choques. O Apêndice A apresenta um modelo que incorpora os preços ao bloco de indústria doméstica, porém os resultados desse modelo são pouco conclusivos.

### **3.4.2. Setor de Mineração**

Assim como o setor de transportes terrestres, a resposta do setor de mineração aos choques de oferta de petróleo não apresenta significância estatística, e os choques de demanda (global e específica por petróleo) levam a um aumento de produção relevante e sustentado. Identificamos a seguir alguns dos canais de transmissão possíveis para os choques de demanda global e para os choques de demanda específica por petróleo.

(A) Choque de Demanda Global:

- Canal de Oferta: o aumento de preços do petróleo decorrente do choque de demanda global pode ter um impacto negativo relevante sobre a produção do setor, pois o óleo combustível, derivado que não está sujeito à defasagem de preços, correspondia a 33,6% da matriz energética do setor em 2002, e, apesar de sua redução ao longo do período, ainda é um item relevante em 2015, correspondendo a 5% da matriz energética do setor;
- Canal de Demanda: o canal de demanda via exportação deve ser muito forte, pois aproximadamente 75% do faturamento é oriundo das exportações. Dessa forma, o aumento da demanda global deve impactar o setor positivamente. Outros canais de demanda podem impactar o setor, como, por exemplo, o impacto gerado pelo *spillover* da indústria de óleo e gás impactada positivamente pelo aumento de preços do petróleo em contexto de expansão mundial, que leva ao aumento de demanda por minérios.

(B). Choque de Demanda Específica por Petróleo:

- Canal de Oferta: assim como no caso do choque de demanda global, o canal de oferta pode ter um impacto negativo relevante sobre a produção do setor como resposta a um aumento de preços, pois o óleo combustível, produto que não está sujeito a defasagem de preços, é um item relevante na matriz energética do setor;
- Canal de Demanda: o aumento de preço do petróleo resultante de um choque de demanda por petróleo não tem efeito direto sobre o setor, porém, diante da grande participação do setor de óleo e gás na indústria nacional, o aumento do preço do petróleo pode impactar a economia doméstica e canais de demanda não identificados podem impactar positivamente a demanda do setor por meio de *spillovers* da indústria de óleo e gás.

Assim como no setor de transporte terrestre, os canais analisados operam simultaneamente, e, de acordo com os resultados obtidos, levam a um aumento líquido da produção do setor. No entanto, os canais de transmissão dos choques de demanda global e de demanda específica por petróleo que prevalecem só serão conhecidos caso sejam observadas as respostas dos preços do setor a esses choques.

### **3.4.3. Setor de não Ferrosos e Outros da Metalurgia**

Assim como os dois setores analisados acima, a resposta do setor de não ferrosos e outros da metalurgia aos choques de oferta de petróleo não apresenta significância estatística, e os choques de demanda (global e específica por petróleo) levam a um aumento de produção relevante e sustentado. Identificamos a seguir alguns dos canais de transmissão que podem operar como resposta aos choques de demanda global e aos choques de demanda específica por petróleo.

(A) Choque de Demanda Global:

- Canal de Oferta: o aumento de preços de petróleo decorrente do choque de demanda global pode ter um impacto negativo

relevante sobre a produção do setor, pois o óleo combustível, derivado que não está sujeito à defasagem de preços, corresponde a aproximadamente 30% da matriz energética do setor durante todo o período estudado;

- Canal de Demanda: o canal de demanda via exportação deve ser muito forte, pois aproximadamente 30% do faturamento é oriundo das exportações. Dessa forma, o aumento da demanda global deve impactar o setor positivamente.

(B) Choque de Demanda Específica por Petróleo:

- Canal de Oferta: assim como no caso do choque de demanda global, o canal de oferta pode ter um impacto negativo relevante como resposta a um aumento de preços, pois o óleo combustível, produto que não está sujeito a defasagem de preços, é um item relevante na matriz energética do setor;

- Canal de Demanda: o aumento de preço do petróleo resultante de um choque de demanda por petróleo não tem efeito direto sobre o setor, porém, diante da grande participação do setor de óleo e gás na indústria nacional, o aumento do preço do petróleo pode impactar a economia doméstica e canais de demanda não identificados podem impactar positivamente a demanda do setor.

Assim como nos setores de transporte terrestre e de metalurgia, os canais analisados para o setor de não ferrosos outros da metalurgia operam simultaneamente, e, de acordo com os resultados obtidos, levam a um aumento líquido da produção do setor. Porém, os canais prevaletentes só serão conhecidos caso sejam observadas as respostas dos preços do setor a esses choques.

#### **3.4.4. Setor Energético**

Analisamos a resposta na produção das indústrias de combustíveis e lubrificantes básicos, combustíveis e lubrificantes elaborados (exceto gasolinas para automóvel), gasolinas para automóvel (*motor spirit*) e fabricação de produtos derivados do petróleo.

No trabalho de Fukunaga et al (2011), o setor de refino, tanto dos Estados Unidos como do Japão, apresenta uma resposta de produção significativa tanto ao choque de demanda global como ao choque de demanda por petróleo. Já no Brasil, as indústrias selecionadas para representar o setor energético apresentaram resposta pouco significativa aos três choques estudados. Esse padrão pode ser justificado por dois pontos que se complementam.

O primeiro ponto está no fato de a produção do setor energético ser majoritariamente vendida no mercado interno<sup>28</sup>, mercado em que há uma defasagem de preços e não repasse integral no curto prazo de eventuais choques para os produtos com maior valor agregado do setor de refino (gasolina e diesel), enfraquecendo o efeito dos choques sobre os preços percebidos no setor energético.

O segundo ponto está relacionado com o fato de a Petrobras ser o *player* dominante no setor de petróleo e gás no Brasil e, apesar de não haver a obrigação legal de abastecimento no país, a empresa assumiu esse papel de forma explícita em alguns de seus planos de negócios. Por assumir essa responsabilidade de abastecimento do mercado interno, acreditamos que a produção do setor de energéticos seja pouco elástica a eventuais variações de custo, o que dificulta qualquer impacto em sua produção.

Vale mencionar que em 2016 foi anunciada uma nova Política de Preços a ser perseguida pela empresa. Essa política tem como base a paridade com o mercado internacional mais uma margem para remunerar riscos inerentes à operação, sendo definido que não serão praticados preços abaixo da paridade internacional. Essa nova configuração pode futuramente mudar esses resultados, podendo tornar o setor mais sensível a choques no mercado de petróleo.

---

<sup>28</sup> O Brasil era deficitário no balanço de derivados até 2015.

## 4. Conclusão

Um amplo campo de estudo sugere que flutuações de preço do petróleo têm consequências consideráveis sobre a atividade econômica. Kilian (2009) propõe uma abordagem que difere da abordagem recorrente na literatura sobre choques de preços do petróleo, em que se avalia a resposta dos agregados macroeconômicos a mudanças exógenas no preço, pois entende que esse experimento não está bem definido devido à existência de causalidade reversa entre os agregados macroeconômicos e o preço do petróleo, e pelo fato de os choques de oferta e de demanda ocorridos no mercado mundial de petróleo terem efeitos dinâmicos sobre o preço do petróleo e, conseqüentemente, sobre a economia.

Com base no trabalho de Kilian (2009) utilizamos um VAR estrutural em que o bloco de mercado global é composto pelos choques de oferta de petróleo, choques de demanda global e choques de demanda específico por petróleo, e, com base nessa abordagem, e no trabalho de Fukunaga et al (2011), endereçamos duas questões adicionais. A primeira é se a resposta da produção no Brasil depende da natureza do choque observado no mercado global de petróleo. A segunda é como tais choques são transmitidos para os diversos setores industriais.

O modelo é composto por três blocos: o bloco do mercado global de petróleo, o bloco da macroeconomia doméstica e o bloco da indústria doméstica desagregada. O bloco da macroeconomia doméstica tem dimensão 1, contendo a variável de produção industrial agregada, e o bloco da indústria doméstica desagregada tem também dimensão 1, contendo a produção industrial de setores da economia, sendo cada setor considerado individualmente.

Foram então impostas restrições bloco recursivas, de forma que as variáveis domésticas agregadas não afetem as variáveis de mercado global e as variáveis das indústrias não afetem as variáveis globais nem as variáveis domésticas agregadas contemporaneamente.

De acordo com os resultados estimados, os choques de oferta de petróleo não têm impactos estatisticamente significantes nem sobre a produção agregada



nem sobre a produção por indústria.

Já as respostas a choques de demanda, quando estatisticamente significantes, são positivas, tanto para choques de demanda global como para choques de demanda específica ao setor de petróleo.

Para conhecermos os canais de transmissão que prevalecem em cada um desses setores, a análise do impacto sobre os preços é fundamental. Porém, como podemos ver no Apêndice A, o modelo incluindo preços produz resultados pouco significativos do ponto de vista estatístico. Esse resultado se deve à limitação da amostra, que contempla apenas 67 observações. De qualquer forma, a partir das respostas de produção e das características das indústrias, analisamos qualitativamente os possíveis canais de transmissão.

Para essa análise qualitativa selecionamos os três setores que estão entre os cinco setores com maior participação de petróleo em sua matriz energética e entre os cinco setores com maior coeficiente de exportação. Adicionalmente, selecionamos o setor energético, que está entre os cinco setores com maior participação de petróleo em sua matriz energética. Assim, os seguintes setores foram selecionados: transporte rodoviário, mineração/pelotização, não ferrosos e outros da metalurgia e energético.

O choque de oferta de petróleo não é estatisticamente significativo para nenhum dos quatro setores. Já os choques de demanda global e específica levam a um aumento de produção significativo e sustentado nas indústrias automotiva, de mineração e de não ferrosos e outros da metalurgia.

No caso do setor de transporte rodoviário, os choques de demanda global e específico não devem ter um canal de transmissão relevante pelo lado da oferta. Já o canal de demanda interna deve ser impactado positivamente devido à defasagem dos preços de seus principais combustíveis (gasolina e óleo diesel), reduzindo o custo relativo de automóveis frente a outros meios de transporte. Com relação ao canal de demanda externa, é esperado que este opere como esperado pela literatura, ou seja, que o aumento de preços leve a uma queda do consumo de veículos, mas, no caso do choque de demanda global, essa queda deve ser

amenizada pela expansão econômica global.

Já nos setores de mineração e de não ferrosos e outros da metalurgia, o canal de oferta pode ter um impacto relevante como resposta a um aumento de preços derivado dos choques de demanda, pois o óleo combustível, derivado que não está sujeito à defasagem de preços, é um item relevante nas matrizes energéticas desses setores. Já o canal de demanda via exportação deve ser muito forte no caso do choque de demanda global, pois aproximadamente 75% do faturamento do setor de mineração e 30% do faturamento do setor de não ferrosos e outros da metalurgia são resultantes das exportações.

Já as indústrias selecionadas para representar o setor energético apresentaram resposta pouco significativa aos três choques estudados, talvez devido ao não repasse no curto prazo de eventuais choques de preços de petróleo para os produtos com maior valor agregado do setor de refino (gasolina e diesel) no Brasil. Outro ponto importante que pode ajudar a explicar esse comportamento é o fato de a Petrobras assumir o papel de abastecimento de derivados no país, o que tornaria a produção do setor de energéticos pouco elástica frente a eventuais variações de preço do petróleo. Vale destacar que a nova Política de Preços anunciada em 2016 pela Petrobras, que tem como base a paridade com o mercado internacional adicionada de uma margem para remuneração de riscos, pode futuramente mudar esses resultados, podendo tornar o setor mais sensível a choques no mercado de petróleo.

## 5. Referências bibliográficas

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (ANP). **Importações e Exportações de Petróleo**. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/wwwanp/dados-estatisticos>. Acesso em: 06 maio 2017.

ALMEIDA, E.; OLIVEIRA, P.; LOSEKANN, L. **Impactos da contenção dos preços de combustíveis no Brasil e opções de mecanismos de precificação**. Revista de Economia Política, v.35, n.3, São Paulo, jul./set. 2015.

BARSKY, R.B.; KILIAN, L. **Do We Really Know that Oil Caused the Great Stagflation? A Monetary Alternative**. NBER Macroeconomics Annual 2001. Volume 16, ed. Ben S. Bernanke and Kenneth Rogoff, 137–83. Cambridge, MA: MIT Press. 2002.

\_\_\_\_\_. **Oil and the Macroeconomy since the 1970s**. Journal of Economic Perspectives, 18(4): 115–34, 2004.

BLANCHARD, O. J.; GALÍ, J. **The macroeconomic effects of oil shocks: Why are the 2000s so different from the 1970s?** NBER Working Paper no. 13368. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research, set. 2007.

BURBIDGE, J.; HARRISON, A. **Testing for the Effects of Oil-Price Rises Using Vector Autoregressions**. International Economic Review 25(2): 459-484, 1984.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). **Coefficientes de Abertura Comercial**. Ano 3, Número 1, jan./mar. 2013. Disponível em: <http://www.portaldaindustria.com.br/estatisticas/coeficientes-de-abertura-comercial/>. Acesso em: 27 fev. 2017.

DARBY, M. **The Price of Oil and World Inflation and Recession**. American Economic Review 72: 738-751, 1982.

ENERGY INTELLIGENCE. Disponível em: <http://www.energyintel.com/research/pages/icoh.aspx>. Acesso em: 20 dez. 2016.

FUKUNAGA, I.; HIRAKATA, N; SUDO, N. **The effects of Oil Price Changes on the Industry-Level Production and Prices in the United States and Japan**. National Bureau of Economic Research, chapter 6: 195:231, 2011.

HAMILTON, J. D. **This is What Happened to the Oil Price-Macroeconomy Relationship**. Journal of Monetary Economics 38: 215-220, 1996.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Disponível em: [http://serieestatisticas.ibge.gov.br/lista\\_tema.aspx?op=0&de=27&no=8](http://serieestatisticas.ibge.gov.br/lista_tema.aspx?op=0&de=27&no=8). Acesso em: 22 dez. 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (IBP). **Investimentos Petrobras e Formação Bruta de Capital Fixo Nacional**. Disponível em: <https://www.ibp.org.br/observatorio-do-setor/investimentos-petrobras-e-formacao-bruta-de-capital-fixo-nacional/>. Acesso em: 06 maio 2017.

JIMÉNEZ-RODRÍGUEZ, R.; SÁNCHEZ, M. **Oil Price Shocks and Real GDP Growth Empirical Evidence for Some OECD Countries**. European Central Bank, Working paper series n. 362, 2004.

KILIAN, L. **Not All Oil Price Shocks Are Alike: Disentangling demand and supply shocks in the crude oil market**. American Economic Review 99 (3): 1053–69, 2009.

\_\_\_\_\_. **The Economic Effects of Energy Price Shocks**. Journal of Economic Literature 46 (4): 871–909, 2008.

KILIAN, L.; PARK, C. **The Impact of Oil Price Shocks on The U.S. Stock Market**. International Economic Review 50 (4): 1267–87, 2009.

LEE, K.; NI, S. **On the Dynamic Effects of Oil Price Shocks: A Study Using Industry Level Data**. Journal of Monetary Economics 49 (4): 823–52, 2002.

LEE, K.; NI, S.; RATTI, R. **Oil Shocks and the Macroeconomy: the Role of Price Variability**. Energy Journal 16: 39-56, 1995.

LILIEN, D. **Sectoral Shifts and Cyclical Unemployment**. Journal of Political Economy 90:777-793, 1982.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME). **Balanco Energético Nacional 2016**. Disponível em: <https://ben.epe.gov.br/BENSeriesCompletas.aspx>. Acesso em: 06 maio 2017.

MONTOYA, M.A.; LOPES, R.L.; GUILHOTO, J.J. **Desagregação Setorial do Balanço Energético Nacional a Partir dos Dados da Matriz Insumo-Produto: Uma Avaliação Metodológica**. Econ. Apl. v.18, n.3, Ribeirão Preto, jul./set. 2014.

MORK, K. **Oil Shocks and the Macroeconomy when Prices Go Up and Down: An Extension of Hamilton's Results**. Journal of Political Economy 97: 740-744, 1989.

PETROLEO BRASILEIRO SA. (PETROBRAS). **Fato Relevante do Plano Estratégico 2030 e PNG 2014-2018.** Disponível em: <http://www.investidorpetrobras.com.br/pt/apresentacoes/plano-de-negocios-e-gestao>. Acesso em: 06 maio 2017.

\_\_\_\_\_. **Relatório Financeiro e Operacional Anual da Petrobras (Form 20-F), 2015.** Disponível em: <http://www.investidorpetrobras.com.br/pt/relatorios-anuais/form-20f-0>. Acesso em: 06 maio 2017.

RASCHE, R.H.; TATOM, J.A. **Energy Price Shocks, Aggregate Supply and Monetary Policy: The Theory and the International Evidence.** Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy 14: 9-93, 1981.

WORLD TRADE MONITOR. Disponível em: <https://www.cpb.nl/en/opendata>. Acesso em: 20 dez. 2016.

## Apêndice

### A. Análise dos Impactos sobre os Preços

Uma questão importante é como os choques de demanda e de oferta de petróleo são transmitidos para a economia e, em particular, para as indústrias.

Além dos impactos dos choques no mercado global de petróleo sobre o produto agregado, é importante que se entendam os canais de transmissão desses choques para a economia doméstica.

Eles podem operar como choques de oferta ou de demanda em cada indústria, a depender da direção em que as respostas de produção e preço variam. Choques de demanda são caracterizados por preço e produção variando na mesma direção, enquanto choques de oferta são caracterizados por preço e produção variando em direções opostas. Observe que os choques de demanda no mercado global de petróleo (demanda global e específica) não atuam necessariamente como choques de demanda na economia doméstica, assim como choques de oferta no mercado global não necessariamente atuam como choques de oferta na economia doméstica.

Para avaliar os canais pelos quais os choques no mercado de petróleo impactam a produção industrial, precisamos introduzir na análise o impacto desses choques sobre os preços percebidos por cada indústria.

Assim, foi analisado como os preços de venda recebidos pelos produtores domésticos de bens e serviços respondem a choques nas três variáveis que compõem o bloco de mercado mundial. Utilizamos o índice de preços ao produtor (IPP), fornecido pelo IBGE, porém tal análise é limitada pela disponibilidade de dados para poucas indústrias e pelo tamanho da amostra, que cobre apenas o período de janeiro/2010 a julho/2015.

Para incluir os preços no modelo, foi estimado um VAR de ordem 1, sendo o mesmo composto pelos blocos de mercado global de petróleo (vetor coluna de dimensão  $N_1=3$  contendo as variáveis do mercado global de petróleo), de macroeconomia doméstica (um vetor coluna de dimensão  $N_2=1$  contendo as

variáveis domésticas agregadas) e de indústria doméstica desagregada (vetor coluna de dimensão  $N_3=2$  contendo a produção industrial desagregada por setores e os índices de preços ao produtos).

A partir desse modelo, foram obtidas as respostas da produção e do preço de cada indústria a choques nas variáveis do bloco de mercado global. Nem todos os setores avaliados na seção 3 foram contemplados na análise de preços devido à falta de informação. Os resultados encontrados para os setores analisados encontram-se na tabela 7. O número “0” significa que a resposta é estatisticamente pouco significativa, “+” significa que o sinal do pico é positivo e “-” significa que o sinal do pico é negativo.

Tabela 7: Sinais das Respostas de Produção e de Preços aos Choques

Setor	Indústria	PRODUÇÃO			PREÇO		
		Choque de Oferta de Petróleo	Choque de Demanda Mundial	Choque de Demanda por Petróleo	Choque de Oferta de Petróleo	Choque de Demanda Mundial	Choque de Demanda por Petróleo
Transporte Rodoviário	Fabricação de automóveis, camionetas e utilitários	0	0	0	0	0	-
	Automóveis para passageiros	0	0	0	0	0	-
Energético	Combustíveis e lubrificantes básicos	0	0	0	0	0	0
	Combustíveis e lubrificantes elaborados (exceto gasolinas para automóvel)	0	0	0	0	0	0
	Gasolinas para automóvel (motor spirit)	0	0	+	0	0	-
	Fabricação de produtos derivados do petróleo	0	0	0	0	0	0
Têxtil	Confecção de artigos do vestuário e acessórios	0	0	0	-	0	0
	Preparação e fiação de fibras têxteis	0	0	0	0	0	0
Químico	Fabricação de defensivos agrícolas e desinfestantes domissanitários	0	-	0	0	0	-
	Fabricação de sabões, detergentes, produtos de limpeza, cosméticos, produtos de perfumaria e de higiene pessoal	0	0	0	0	0	0
	Fabricação de gases industriais	0	0	0	0	0	+
	Fabricação de produtos de borracha	0	0	0	-	+	0
	Fabricação de produtos de material plástico	0	+	0	-	+	0
Papel e Celulose	Fabricação de celulose e outras pastas para a fabricação de papel	0	0	0	0	0	0
Cerâmica	Fabricação de Produtos Cerâmicos	0	0	+	0	0	0
Alimentos e Bebidas	Alimentos e bebidas básicos, destinados principalmente à indústria	0	0	0	0	0	0
	Alimentos e bebidas elaborados, destinados principalmente à indústria	0	0	0	0	0	0
	Alimentos e bebidas elaborados, destinados principalmente ao consumo doméstico	0	0	0	0	0	0
	Fabricação de bebidas alcoólicas	0	0	0	0	0	0
	Fabricação de bebidas não-alcoólicas	0	0	0	0	0	0

Quase todas as respostas de produção e de preço foram pouco significativas, provavelmente devido a limitações na amostra utilizada, que cobre um curto período, janeiro/2010 a julho/2015.

## B. Ajuste do Modelo

### B1. Testes de Estacionariedade das Séries do Bloco de Mercado Global

#### Oferta Mundial de Petróleo

Null Hypothesis: OFERTA\_MUNDIAL\_DE\_PETROL has a unit root  
Exogenous: Constant  
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=13)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.008130	0.7501
Test critical values:		
1% level	-3.467418	
5% level	-2.877729	
10% level	-2.575480	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

#### Primeira Diferença da Oferta Mundial de Petróleo

Null Hypothesis: D(OFFERTA\_MUNDIAL\_DE\_PETROL) has a unit root  
Exogenous: Constant  
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=13)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-14.28901	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.467633	
5% level	-2.877823	
10% level	-2.575530	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

#### Demanda Mundial por Commodities

Null Hypothesis: PRODUCAO\_INDUSTRIAL\_MUND has a unit root  
Exogenous: Constant  
Lag Length: 2 (Automatic - based on SIC, maxlag=13)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.320579	0.6196
Test critical values:		
1% level	-3.467851	
5% level	-2.877919	
10% level	-2.575581	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

#### Primeira Diferença da Demanda Mundial por Commodities

Null Hypothesis: D(PRODUCAO\_INDUSTRIAL\_MUND) has a unit root  
Exogenous: Constant  
Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=13)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.117274	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.467851	
5% level	-2.877919	
10% level	-2.575581	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.



## Preço nominal do petróleo

Null Hypothesis: PRECO\_SPOT\_\_BRENT\_ has a unit root  
Exogenous: Constant  
Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=13)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.318505	0.1673
Test critical values:		
1% level	-3.467633	
5% level	-2.877823	
10% level	-2.575530	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

## Primeira Diferença do Preço nominal do petróleo

Null Hypothesis: D(PRECO\_SPOT\_\_BRENT\_) has a unit root  
Exogenous: Constant  
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=13)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-10.24565	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.467633	
5% level	-2.877823	
10% level	-2.575530	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

## B2. Testes de Estacionariedade do Modelo VAR(3)

### Teste de Raíz Unitária

Roots of Characteristic Polynomial  
Endogenous variables: A01 A02 A03  
Exogenous variables: C  
Lag specification: 1 3  
Date: 02/28/17 Time: 19:27

Root	Modulus
0.729926	0.729926
-0.592181	0.592181
0.304895 - 0.427182i	0.524829
0.304895 + 0.427182i	0.524829
0.046911 - 0.467044i	0.469394
0.046911 + 0.467044i	0.469394
-0.426078	0.426078
-0.046108 - 0.302203i	0.305700
-0.046108 + 0.302203i	0.305700

No root lies outside the unit circle.  
VAR satisfies the stability condition.

### Teste LM

VAR Residual Serial Correlation LM ...  
Null Hypothesis: no serial correlation ...  
Date: 02/28/17 Time: 19:28  
Sample: 2002M01 2016M10  
Included observations: 174

Lags	LM-Stat	Prob
1	2.585997	0.9785
2	2.816787	0.9711
3	3.322909	0.9501
4	2.835533	0.9705

Probs from chi-square with 9 df.

O p-valor alto implica na não rejeição da hipótese de ausência de autocorrelação dos resíduos.

### B3. VAR(3) estimado

Vector Autoregression Estimates

Date: 02/24/17 Time: 12:15

Sample (adjusted): 2002M05 2016M10

Included observations: 174 after adjustments

Standard errors in ( ) & t-statistics in [ ]

	A01	A02	A03
A01(-1)	-0.180275 (0.08400) [-2.14606]	-0.074826 (0.05591) [-1.33832]	-1.374764 (0.99823) [-1.37721]
A01(-2)	-0.246671 (0.08393) [-2.93910]	-0.102075 (0.05586) [-1.82730]	0.454447 (0.99734) [ 0.45566]
A01(-3)	-0.062742 (0.08500) [-0.73816]	0.060384 (0.05657) [ 1.06735]	0.280185 (1.01006) [ 0.27740]
A02(-1)	0.177974 (0.12587) [ 1.41392]	0.298833 (0.08378) [ 3.56691]	1.954100 (1.49579) [ 1.30640]
A02(-2)	0.072431 (0.12222) [ 0.59263]	0.285595 (0.08135) [ 3.51077]	2.045790 (1.45238) [ 1.40857]
A02(-3)	0.095940 (0.11994) [ 0.79990]	-0.010118 (0.07983) [-0.12674]	-0.946936 (1.42530) [-0.66438]
A03(-1)	0.010520 (0.00668) [ 1.57377]	0.012120 (0.00445) [ 2.72409]	0.204504 (0.07944) [ 2.57437]
A03(-2)	0.001113 (0.00689) [ 0.16155]	0.013620 (0.00459) [ 2.96984]	0.021213 (0.08188) [ 0.25908]
A03(-3)	-0.001255 (0.00698) [-0.17971]	-0.001875 (0.00465) [-0.40343]	-0.177443 (0.08299) [-2.13806]
C	0.001418 (0.00063) [ 2.24651]	0.001001 (0.00042) [ 2.38266]	-0.002643 (0.00750) [-0.35241]
R-squared	0.121930	0.406277	0.108832
Adj. R-squared	0.073744	0.373695	0.059927
Sum sq. resids	0.008908	0.003946	1.257945
S.E. equation	0.007370	0.004905	0.087581
F-statistic	2.530369	12.46924	2.225361
Log likelihood	612.6515	683.4844	181.9778
Akaike AIC	-6.927029	-7.741200	-1.976756
Schwarz SC	-6.745474	-7.559645	-1.795201
Mean dependent	0.001553	0.002257	0.003456
S.D. dependent	0.007658	0.006198	0.090329
Determinant resid covariance (dof adj.)	8.47E-12		
Determinant resid covariance	7.09E-12		
Log likelihood	1492.772		
Akaike information criterion	-16.81347		
Schwarz criterion	-16.26881		

## C. Agregação e Compatibilização Setorial entre o BEN e a PIM

Matriz Energética	PIM
1 Alimentos e Bebidas	Fabricação de óleos e gorduras vegetais e animais Fabricação de óleos vegetais em bruto, exceto óleo de milho Fabricação de óleos vegetais refinados, exceto óleo de milho Fabricação de margarina e outras gorduras vegetais e de óleos não-comestíveis de animais Laticínios Moagem, fabricação de produtos amiláceos e de alimentos para animais Beneficiamento de arroz e fabricação de produtos do arroz Moagem de trigo e fabricação de derivados Fabricação e refino de açúcar Torrefação e moagem de café Preservação do pescado, fabricação de produtos do pescado e de outros produtos alimentícios Fabricação de bebidas alcoólicas Fabricação de bebidas não-alcoólicas Alimentos e bebidas básicos, destinados principalmente à indústria Alimentos e bebidas elaborados, destinados principalmente à indústria Alimentos e bebidas básicos, destinados principalmente ao consumo doméstico Alimentos e bebidas elaborados, destinados principalmente ao consumo doméstico
2 Têxtil	Preparação e fiação de fibras têxteis Tecelagem, exceto malha Fabricação de tecidos de malha Fabricação de artefatos têxteis, exceto vestuário Confecção de artigos do vestuário e acessórios Fabricação de artigos de malharia e tricotagem Curtimento e outras preparações de couro Fabricação de calçados e de partes para calçados de qualquer material
3 Papel e Celulose	Desdobramento de madeira Fabricação de produtos de madeira, cortiça e material trançado, exceto móveis Fabricação de celulose e outras pastas para a fabricação de papel Fabricação de papel, cartolina e papel-cartão Fabricação de embalagens de papel, cartolina, papel-cartão e papelão ondulado Fabricação de produtos diversos de papel, cartolina, papel-cartão e papelão ondulado Atividade de impressão Reprodução de materiais gravados em qualquer suporte
4 Mineração e Pelotização	Extrativa Mineral
5 Química	Fabricação de produtos químicos inorgânicos Fabricação de cloro e álcalis Fabricação de intermediários para fertilizantes Fabricação de adubos e fertilizantes Fabricação de gases industriais Fabricação de produtos químicos orgânicos Fabricação de resinas e elastômeros e de fibras artificiais e sintéticas Fabricação de defensivos agrícolas e desinfestantes domissanitários Fabricação de sabões, detergentes, produtos de limpeza, cosméticos, produtos de perfumaria e de higiene pessoal Fabricação de sabões e detergentes sintéticos Fabricação de produtos de limpeza e polimento Fabricação de cosméticos, produtos de perfumaria e de higiene pessoal Fabricação de tintas, vernizes, esmaltes, lacas e produtos afins Fabricação de produtos e preparados químicos diversos Fabricação de produtos de borracha Fabricação de pneumáticos e de câmaras-de-ar Fabricação de produtos de material plástico Fabricação de laminados planos e tubulares de material plástico Fabricação de embalagens de material plástico Fabricação de tubos e acessórios de material plástico para uso na construção Fabricação de vidro e de produtos do vidro Fabricação de vidro plano e de segurança
6 Cimento	Fabricação de cimento Fabricação de artefatos de concreto, cimento, fibrocimento, gesso e materiais semelhantes
7 Cerâmica	Fabricação de produtos cerâmicos Aparelhamento de pedras e fabricação de outros produtos de minerais não-metálicos
8 Ferro Gusa e Aço Ferroligas	Produção de ferro-gusa e de ferroligas Siderurgia Produção de tubos de aço, exceto tubos sem costura
9 Não Ferrosos e Outros da Metalurgia Não Ferrosos e Outros Metálicos	Metalurgia dos metais não-ferrosos Fundição Fabricação de estruturas metálicas e obras de caldeiraria pesada Fabricação de tanques, reservatórios metálicos e caldeiras Forjaria, estamparia, metalurgia do pó e serviços de tratamento de metais Fabricação de artigos de cutelaria, de serralheria e ferramentas Fabricação de equipamento bélico pesado, armas de fogo e munições e de produtos de metal não especificados anteriormente Fabricação de embalagens metálicas Fabricação de produtos de trefilados de metal
10 Setor Transporte Rodoviário	Fabricação de automóveis, camionetas e utilitários Fabricação de caminhões e ônibus Fabricação de automóveis para passageiros
11 Setor Energético	Gasolinas para automóvel (motor spirit) Fabricação de produtos derivados do petróleo Combustíveis e lubrificantes básicos Combustíveis e lubrificantes elaborados - exceto gasolinas para automóvel





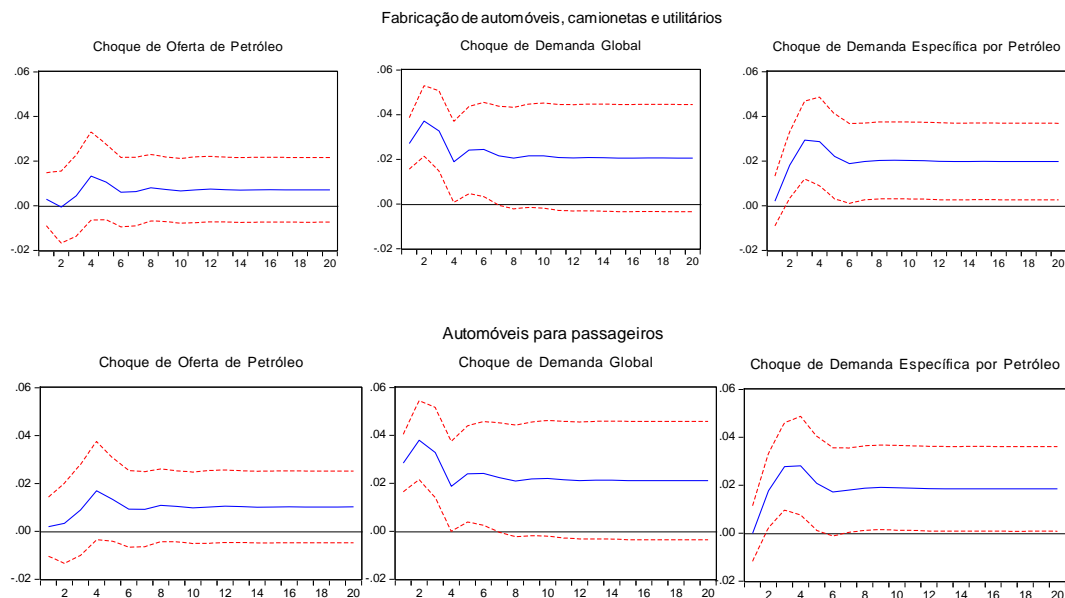
## D2. Coeficientes de Exportação por Indústria

Setores BEN	Indústrias PIM	Indústrias Coeficientes de Exportação	Média (2003-2016)	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003
Transporte Rodoviário	Fabricação de automóveis, camionetas e utilitários	Veículos automotores, reboques e carrocerias	14.4	14.5	12	8.5	9.8	10.2	11.3	11.1	9.4	16	19	22.5	22.9	19.1	15.9
	Automóveis para passageiros		14.4	14.5	12	8.5	9.8	10.2	11.3	11.1	9.4	16	19	22.5	22.9	19.1	15.9
Cimento	Fabricação de cimento	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Mineração Pelotização	Extrativa Mineral	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Setor de não-ferrosos e outros da metalurgia	Fundição	Metalurgia	30.2	40.3	35.9	27.6	24.5	27.4	28.5	27.3	32.1	26.1	28.3	32.6	34.5	28.8	28.9
	Forjaria, estamparia, metalurgia do pó e serviços de tratamento de metais		30.2	40.3	35.9	27.6	24.5	27.4	28.5	27.3	32.1	26.1	28.3	32.6	34.5	28.8	28.9
	Fabricação de artigos de cutelaria, de serralheria e ferramentas		30.2	40.3	35.9	27.6	24.5	27.4	28.5	27.3	32.1	26.1	28.3	32.6	34.5	28.8	28.9
Energético	Combustíveis e lubrificantes básicos	Coque, produtos derivados do petróleo e biocombustíveis	8.0	7.5	6.5	6.5	8	8.7	6.7	6.3	9.1	8.7	9.8	9.9	8.5	7.9	7.7
	Combustíveis e lubrificantes elaborados (exceto gasolinas para automóvel)		8.0	7.5	6.5	6.5	8	8.7	6.7	6.3	9.1	8.7	9.8	9.9	8.5	7.9	7.7
	Gasolinas para automóvel (motor spirit)		8.0	7.5	6.5	6.5	8	8.7	6.7	6.3	9.1	8.7	9.8	9.9	8.5	7.9	7.7
	Fabricação de produtos derivados do petróleo		8.0	7.5	6.5	6.5	8	8.7	6.7	6.3	9.1	8.7	9.8	9.9	8.5	7.9	7.7
Têxtil	Confecção de artigos do vestuário e acessórios	Confecção de artigos do vestuário e acessórios	2.5	0.8	0.8	0.6	0.7	0.8	0.9	1.1	1.2	1.7	2.6	4	5.7	7.2	7.4
	Preparação e fiação de fibras têxteis	Produtos têxteis	11.7	14	12.1	9.7	8.4	12.4	10.7	9.1	9.9	12	13.3	13.2	14.9	13	10.6
Químico	Fabricação de defensivos agrícolas e desinfestantes domissanitários	Químicos	10.8	10.9	10.3	9.7	9.8	10.7	10.9	11.4	12	10.8	11.6	11.6	11.7	9.8	9.7
	Fabricação de sabões, detergentes, produtos de limpeza, cosméticos, produtos de perfumaria e de higiene pessoal	Produtos farmoquímicos e farmacêuticos	8.5	11.7	11.6	10.7	11.9	10.7	10.9	9.6	7.8	6.9	6.6	5.8	5.4	4.7	4
	Fabricação de gases industriais	Químicos	10.8	10.9	10.3	9.7	9.8	10.7	10.9	11.4	12	10.8	11.6	11.6	11.7	9.8	9.7
	Fabricação de produtos de borracha	Produtos de borracha e de material plástico	7.6	7.4	6.8	6	6	6.5	7.4	7.6	7.5	8.4	9.3	9.5	9.4	7.7	6.4
	Fabricação de produtos de material plástico	Produtos de borracha e de material plástico	7.6	7.4	6.8	6	6	6.5	7.4	7.6	7.5	8.4	9.3	9.5	9.4	7.7	6.4
Papel e Celulose	Fabricação de celulose e outras pastas para a fabricação de papel	Celulose, papel e produtos de papel	22.8	29.3	27.9	25.3	24	22.4	23	23.8	24.4	20.9	20.3	21	21	18.6	17.1
Cerâmica	Fabricação de produtos cerâmicos	Produtos de minerais não metálicos	8.3	7.8	7	6	5.8	5.3	5.6	6.5	6.6	8.6	11.7	11.9	12.4	11.9	9.4
	Aparelhamento de pedras e fabricação de outros produtos de minerais não-metálicos	Produtos de minerais não metálicos	8.3	7.8	7	6	5.8	5.3	5.6	6.5	6.6	8.6	11.7	11.9	12.4	11.9	9.4
Alimentos e Bebidas	Alimentos e bebidas básicos, destinados principalmente à indústria	Produtos alimentícios	21.5	19.9	18.8	18	19	19.1	20.4	22.1	22.5	22.4	23.6	23.6	25.6	23.4	22.5
	Alimentos e bebidas elaborados, destinados principalmente à indústria	Produtos alimentícios	21.5	19.9	18.8	18	19	19.1	20.4	22.1	22.5	22.4	23.6	23.6	25.6	23.4	22.5
	Alimentos e bebidas elaborados, destinados principalmente ao consumo doméstico	Produtos alimentícios	21.5	19.9	18.8	18	19	19.1	20.4	22.1	22.5	22.4	23.6	23.6	25.6	23.4	22.5
	Fabricação de bebidas alcoólicas	Bebidas	1.3	1.2	1.2	1.1	1.2	1	1	1	1.2	1.5	1.5	1.6	1.6	1.4	1.8
	Fabricação de bebidas não-alcoólicas	Bebidas	1.3	1.2	1.2	1.1	1.2	1	1	1	1.2	1.5	1.5	1.6	1.6	1.4	1.8
Ferrogusa, Aço e Ferroliga	Produção de ferro-gusa e de ferroligas	Produtos de metal (exceto máquinas e equipamentos)	6.4	6.7	6.1	5.6	5.7	6.2	5.7	5.7	6.6	6.9	7.2	7.3	7.3	7.4	5.6
	Siderurgia		6.4	6.7	6.1	5.6	5.7	6.2	5.7	5.7	6.6	6.9	7.2	7.3	7.3	7.4	5.6

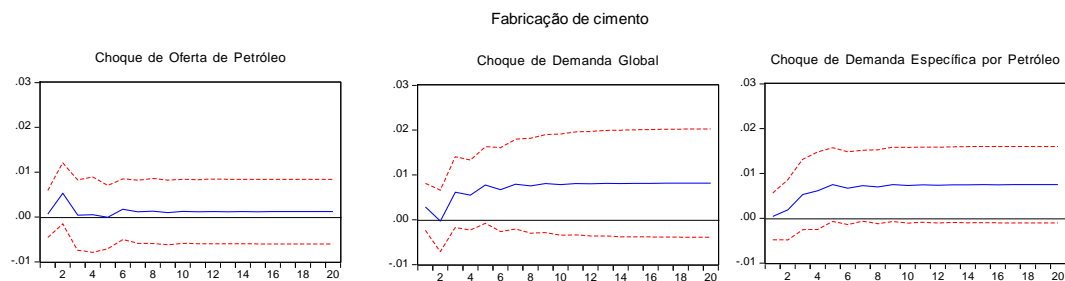
Fonte: Confederação Nacional da Indústria (CNI)

## E. Funções Resposta Impulso Acumuladas da Produção do Bloco da Indústria Doméstica

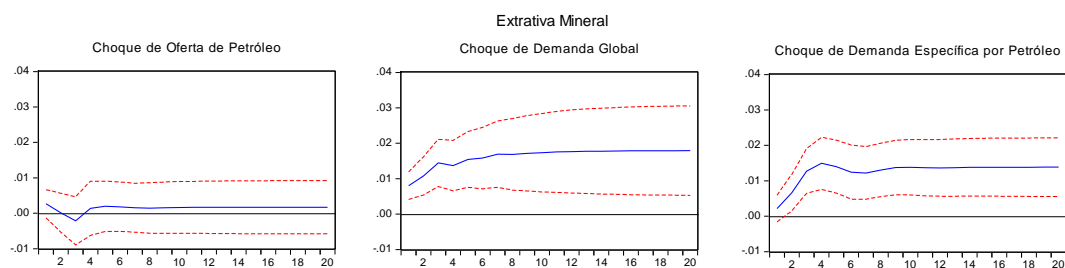
### Setor de Transporte Rodoviário



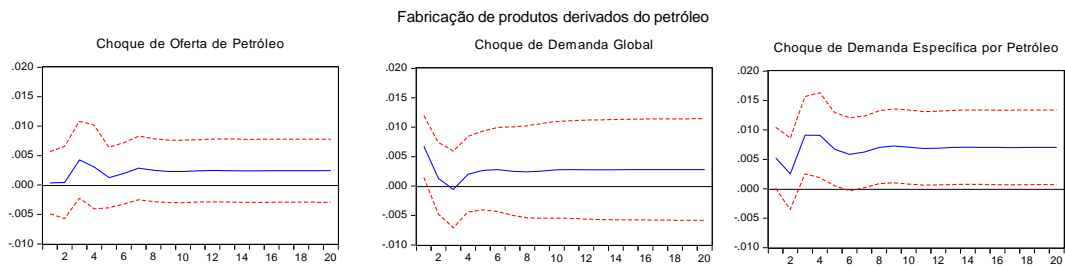
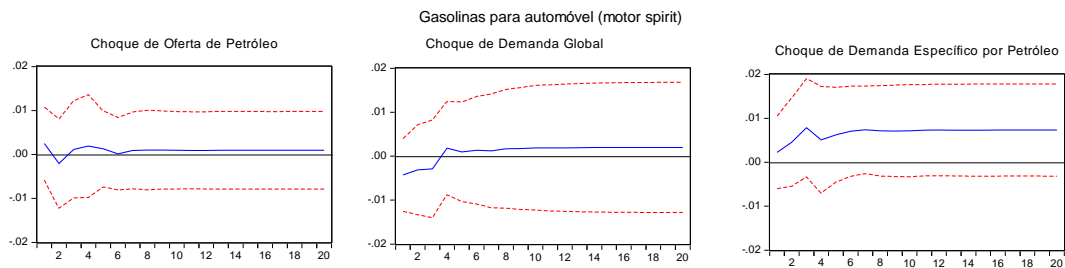
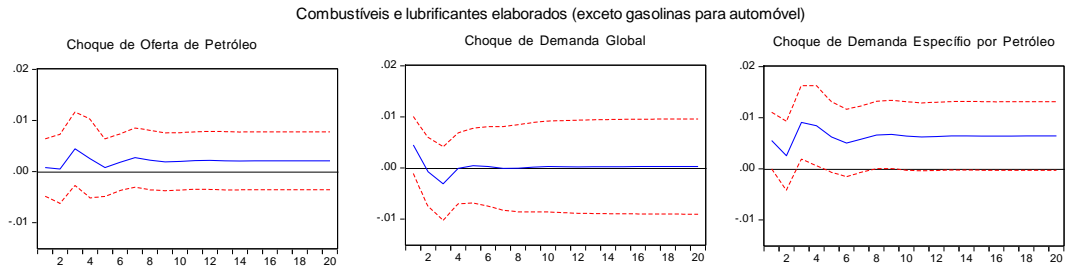
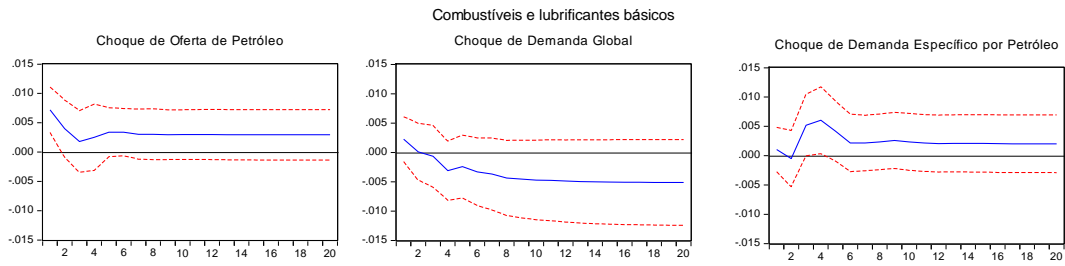
### Setor de Cimento



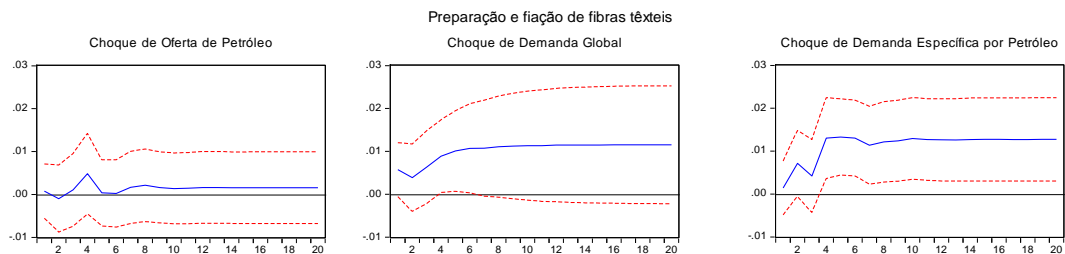
### Setor de Mineração/Pelotização



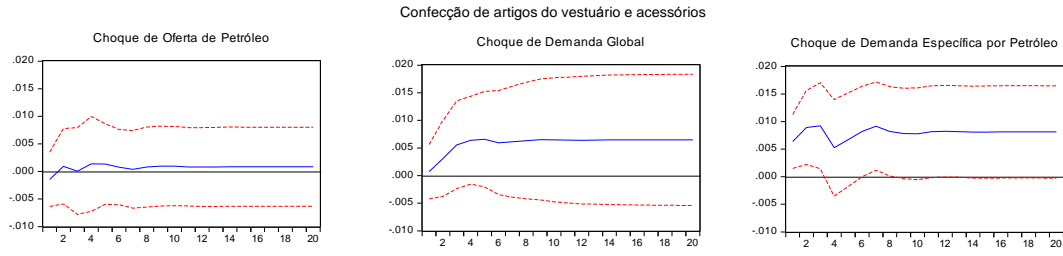
**Setor Energético**



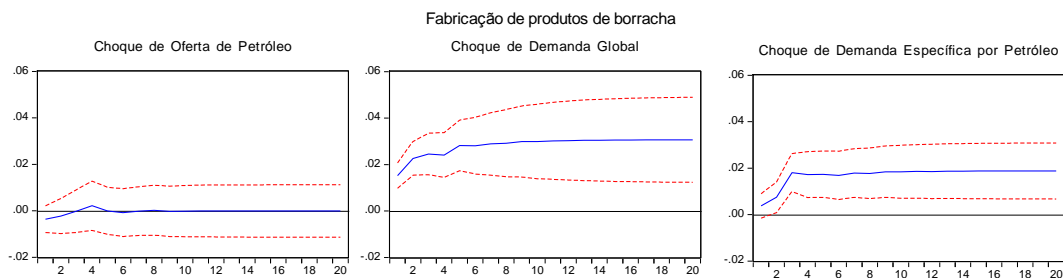
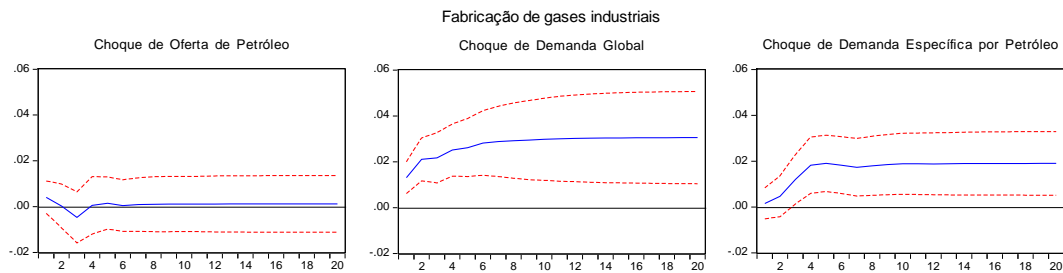
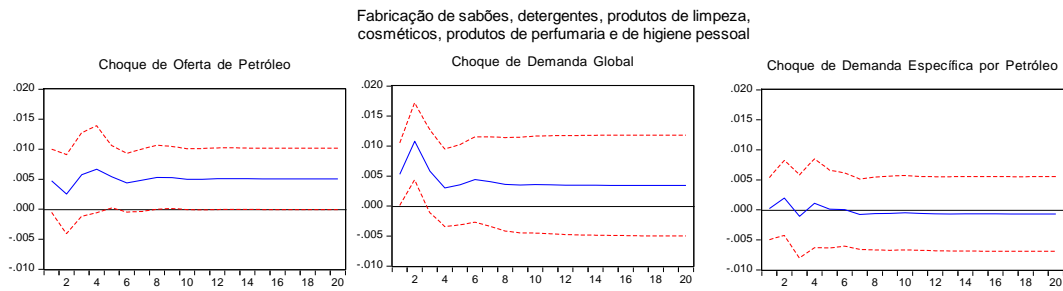
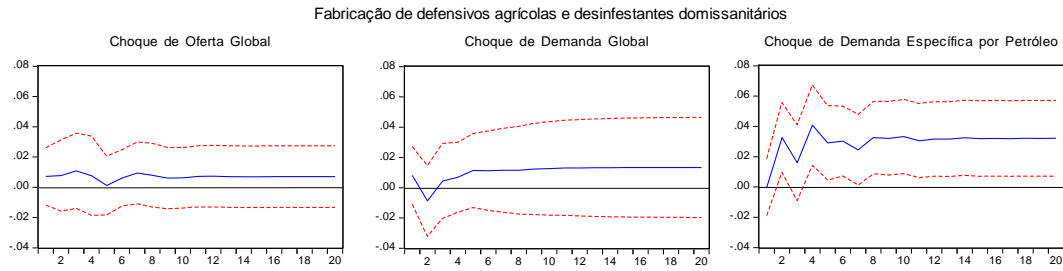
**Setor Têxtil**

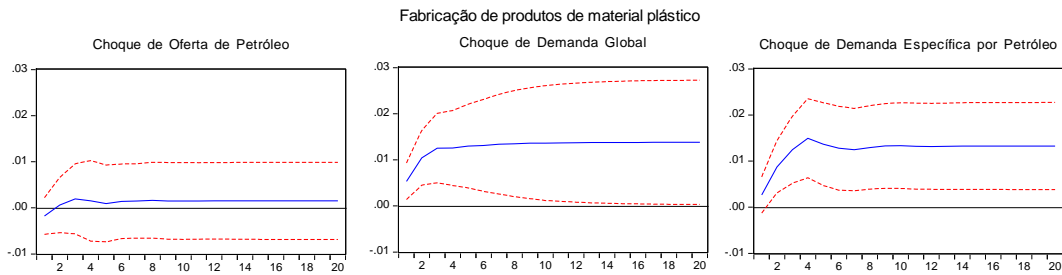




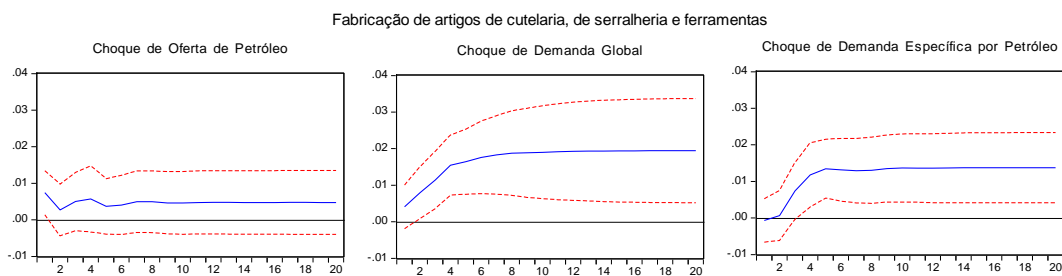
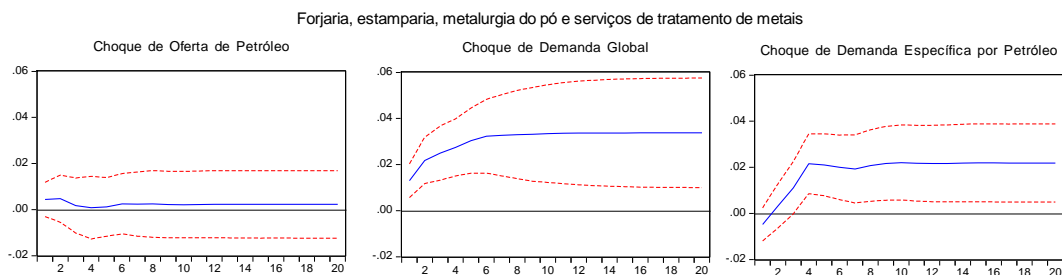
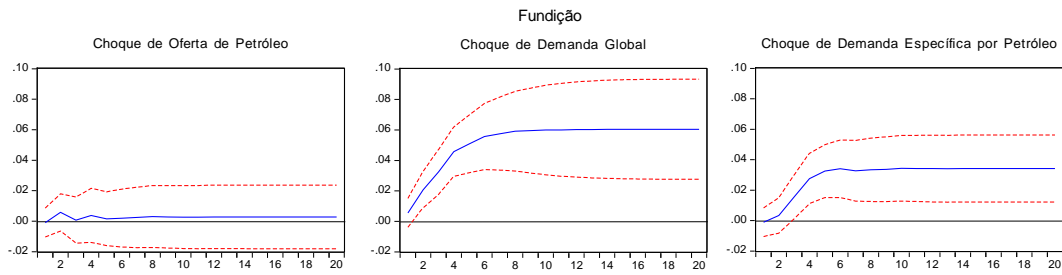


**Setor Químico**

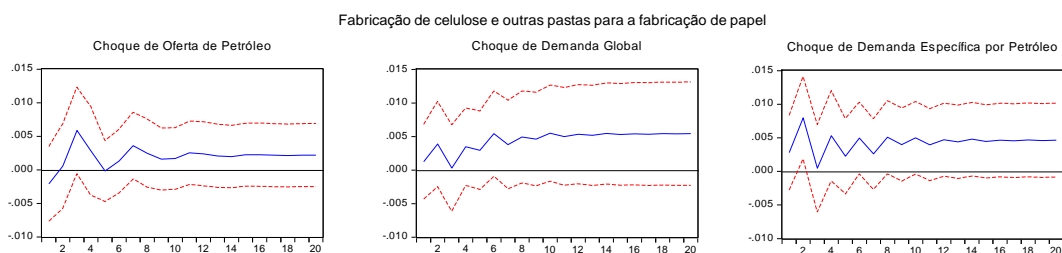




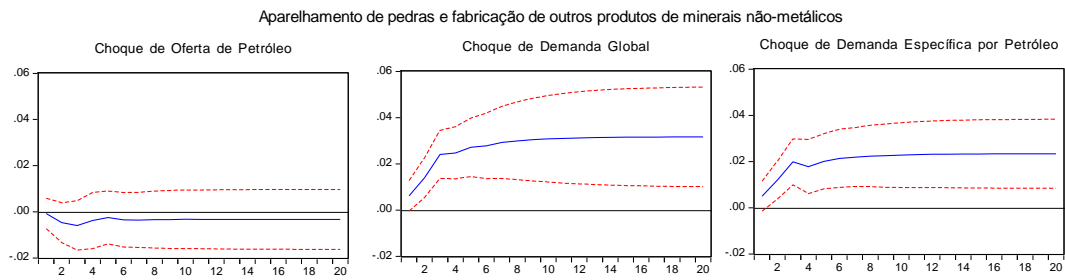
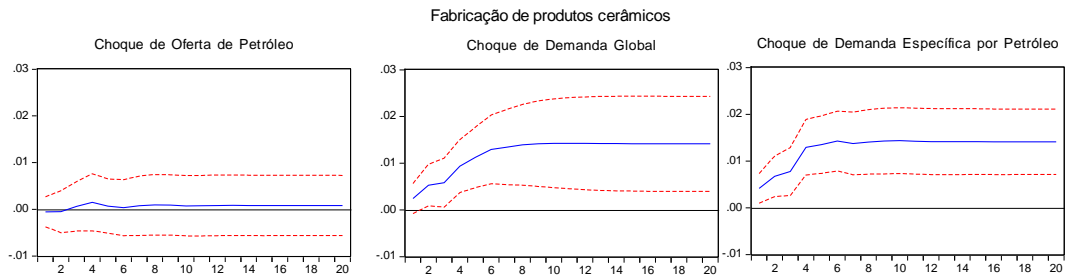
**Setor de não ferrosos e outros da metalurgia**



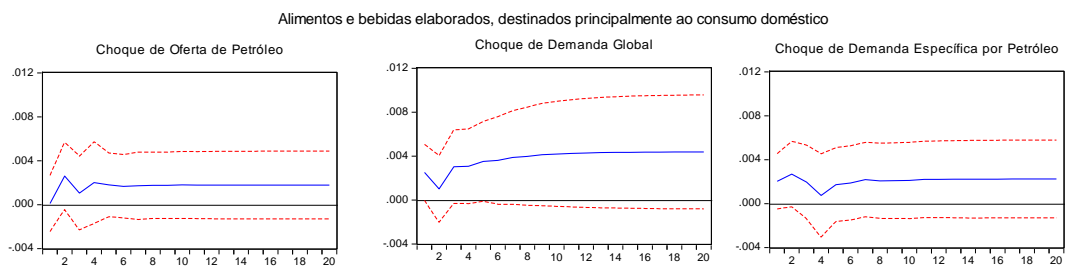
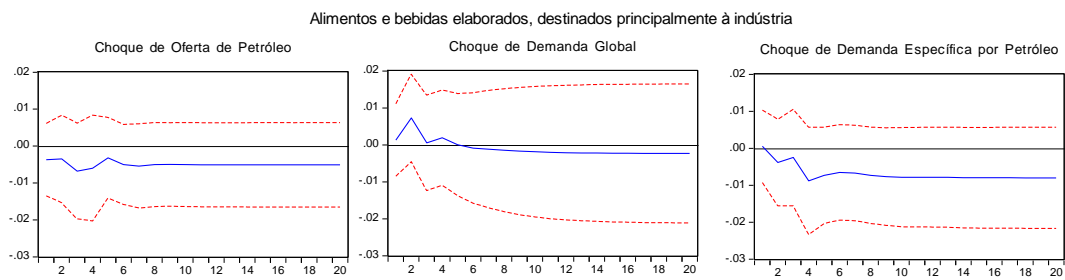
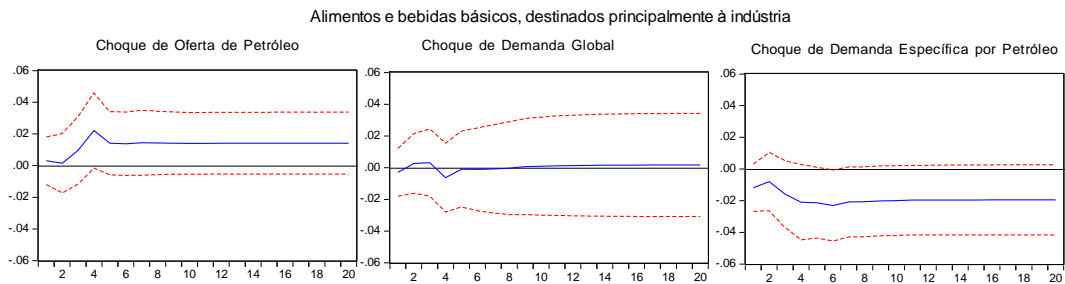
**Setor de Papel e Celulose**

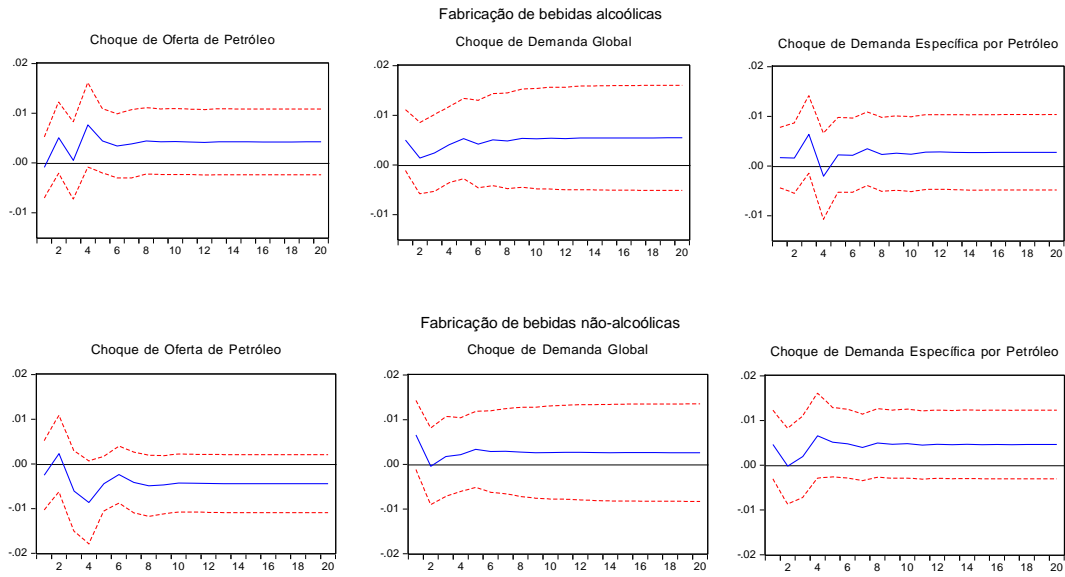


## Setor de Cerâmica



## Setor de Alimentos e Bebidas





### **Setor de ferro-gusa, aço e ferroliga**

