

Causalidade entre Petróleo, Câmbio e Commodities  
Energéticas: Abordagem com Vetores *Auto-Regressivos* (VAR)



**CAUSALIDADE ENTRE PETRÓLEO, CÂMBIO E COMMODITIES  
ENERGÉTICAS: ABORDAGEM COM VETORES *AUTO-REGRESSIVOS* (VAR)**

**CAUSALITY BETWEEN PETROLEUM, EXCHANGE AND ENERGY  
COMMODITIES: APPROACH WITH *AUTO-REGRESSIVE* VECTORS (VAR)**

**CAUSALIDAD ENTRE PETROLEO, INTERCAMBIO Y PRODUCTOS DE  
ENERGÍA: ENFOQUE CON VECTORES AUTOREGRESIVOS (VAR)**

**Miguel Angel Rivera Castro**

<https://orcid.org/0000-0002-4728-3242>

Professor do Departamento de Ciências Sociais Aplicadas (DCIS –UEFS)

Professor do Programa de Pós-graduação em Administração (UNIFACS)

Doutor em Economia pela Universidade de Santiago de Compostela.

E-mail: [marcastro@uefs.br](mailto:marcastro@uefs.br)

**Gaspar de Araújo Fontoura**

<https://orcid.org/0000-0003-2422-0772>

Professor do Programa de Pós Graduação – Mestrado em Gerência e Administração de

Políticas Culturais e Educacionais do Instituto Kyre y Saso (Assunção – Paraguai)

Mestre em Energia pela Universidade Salvador (UNIFACS)

**Andrea Ugolini**

<https://orcid.org/0000-0002-0904-5665>

Professor do Programa de Pós-graduação em Ciências Econômicas (PPGCE/UERJ)

Doutor em Fundamentos de Análises Económico pela Universidade de Santiago de

Compostela. E-mail: [andreaugolini@me.com](mailto:andreaugolini@me.com)

**Paulo Sérgio Rodrigues de Araújo**

<https://orcid.org/0000-0003-2628-5369>

Professor Doutor UNiFTC (Campus Paralela-SSA/BA)

Doutor em Agronomia pela Escola Superior de Agronomia “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP)

E-mail: [paulo29araujo@gmail.com](mailto:paulo29araujo@gmail.com)

## RESUMO

Há uma demanda de compreender a relação dos efeitos entre o preço do petróleo, câmbio e *commodities* derivadas, bem como, do preço de bens concorrentes na produção. Assim, buscou-se analisar, sob a ótica da oferta, a dinâmica das relações entre os preços do petróleo, do câmbio e o preço ao consumidor das *commodities* energéticas (gasolina, etanol, GNV e

Causalidade entre Petróleo, Câmbio e Commodities  
Energéticas: Abordagem com Vetores *Auto-Regressivos* (VAR)

diesel) no período entre maio/2006 a setembro/2016. Nesse estudo utilizou-se dados secundários (Bloomberg e ANP), sendo analisados através de vetores auto regressivos (VAR), teste de causalidade linear de Granger e função impulso a resposta para examinar a direção da causalidade e a direção do choque entre as variáveis: Dólar/Real e Petróleo (WTI - *West Texas Intermediate*) sobre as referidas *commodities*. Observou-se que a hipótese de endogeneidade entre preços dos combustíveis, nos mercados internacional e nacional foi considerada pouco provável, considerando-se requisito do preço nacional dos combustíveis numa menor parte da produção e exportação brasileira dessa *commodity*, condicionando a direção unívoca da causalidade advir dos preços internacionais aos nacionais.

**Palavras-Chaves:** *Commodities*; Câmbio; Preços Administrados; VAR.

### ABSTRACT

There is a demand to understand the relationship of the effects between the price of oil, foreign exchange and derived commodities, as well as the price of competing goods in production. Thus, we sought to analyze, from the supply perspective, the dynamics of relations between oil prices, exchange rates and the consumer price of energy commodities (gasoline, ethanol, CNG and diesel) from May/2006 to September/2016. Secondary data (Bloomberg and ANP) were used in this study and analyzed using autoregressive vectors (VAR), Granger linear causality test and impulse-response function to examine the direction of causality and the direction of shock between the variables: Dollar / Real and West Texas Intermediate (WTI) on such commodities. It was observed that the hypothesis of endogeneity between fuel prices in the international and national markets was considered unlikely, considering the national fuel price requirement in a smaller part of Brazilian production and export of this commodity, conditioning the univocal direction of causality from international to national prices.

**Keywords:** *Commodities*; Exchange; Managed Prices; VAR.

### RESUMEN

Existe una demanda para comprender la relación entre los efectos entre el precio del petróleo, las divisas y los productos derivados, así como el precio de los bienes competidores en la producción. Por lo tanto, buscamos analizar, desde la perspectiva de la oferta, la dinámica de la relación entre los precios del petróleo, los tipos de cambio y el precio al consumidor de los productos energéticos (gasolina, etanol, GNC y diesel) en el período comprendido entre mayo / 2006 y Setiembre / 2016. En este estudio, se utilizaron datos secundarios (Bloomberg y ANP), que se analizaron mediante vectores autorregresivos (VAR), la prueba de causalidad lineal de Granger y la función de impulso a respuesta para examinar la dirección de la causalidad y la dirección del choque entre las variables: Dólar / Real y Petróleo (WTI - *West Texas Intermediate*) en estos productos. Se observó que la hipótesis de endogeneidad entre los precios del combustible en los mercados internacionales y nacionales se consideraba improbable, considerando el requisito del precio nacional de los combustibles en una parte más pequeña de la producción y exportación brasileña de este producto, condicionando la dirección unívoca de la causalidad que surge precios internacionales a nacionales.

**Palabras clave:** productos básicos; cambio; Precios gestionados; VAR

## 1 INTRODUÇÃO

O Petróleo, matriz energética mundial majoritária é uma *commoditie essencial* às contas endógenas dos países, pois incorre no “efeito contágio” em seus derivados e concorrentes,

Causalidade entre Petróleo, Câmbio e Commodities  
Energéticas: Abordagem com Vetores *Auto-Regressivos* (VAR)

sendo produtores e/ou consumidores. Inclusive o Brasil, considerado como uma economia emergente, historicamente com mazelas econômicas, onde sua matriz energética constam energias primárias mais limpas (geração hidrelétrica), seguida pelo combustível fóssil (30%), que mesmo com o advento e exploração do Pré-sal (desde 2007), tem sua economia influenciada pelas oscilações dessa cadeia internacional e multifacetada (EPE, 2016).

O Brasil é conservador em suas políticas de preços em relação à gasolina e ao óleo diesel, afirmou Araújo (2006). Procura proteger o consumidor da alta volatilidade de preços do barril de petróleo, controlando assim a inflação. Porém, mesmo sendo cauteloso, o preço dos combustíveis acompanha a oscilação do preço do barril do petróleo, devido às medidas econômicas adotadas pelo país, em temas correlatos, como: câmbio, inflação, juros, entre outros.

Face ao exposto, objetiva-se analisar a direção e o sentido da causalidade dos preços de combustível ao consumidor brasileiro, onde a amostra foi limitada aos preços semanais do petróleo com variações mensais, a partir do preço do petróleo no mercado internacional (WTI)<sup>1</sup> e da Taxa de câmbio (USD/BRL) (efeito contágio) entre a flutuação cambial, preços do petróleo e *commodities* energéticas (Gasolina, Etanol<sup>2</sup>, GNV e Diesel). Tendo por hipótese a existência de correlação entre as séries históricas, e que a flutuação no preço do petróleo e do câmbio está associada à flutuação no preço dos produtos correlacionados *commodities* energéticas (Gasolina, Etanol<sup>3</sup>, GNV e Diesel). Por esse motivo, é fundamental a análise das consequências das variações nesses preços por parte dos investidores e demais partes interessadas (Stakeholders), quais sejam: produtores, consumidores, o Estado e demais demandantes.

Destaca-se na matriz de transporte brasileiro o modal rodoviário dependente da variação de preços dos combustíveis, desencadeando reflexos nas demais cadeias produtivas (G1 ECONOMIA, 2017).

Ter e explorar o recurso petróleo são vantagem competitiva e estratégica, considerando que a dinâmica do preço do petróleo influencia a atividade econômica (ALoui e cols., 2013), sendo discutíveis os possíveis efeitos setoriais (economia e financeiro).

Destacam-se como marcos histórico quanto aos referidos preços: i) nas últimas três décadas (século XX), desde a Segunda Guerra Mundial até o início dos anos 70 ocorreu maior volatilidade (enormes flutuações); ii) ocorreu instabilidade marcante decorrente das crises mundiais do petróleo (1973; 1979), culminando com o colapso nos anos 80 (ALoui e cols., 2013; iii) comportamento ineficiente do mercado mundial de petróleo, gerando projeções complexas de volatilidade “*oilriskhedging*” (GREEN e MORK, 1991; SHAMBORA e ROSSITER, 2007; AROURI e cols. 2010), ratificados por Plourde e Watkins (1998) e Regnier (2007), os quais reportaram que a volatilidade (preços do petróleo) é substancialmente maior em relação a outros produtos de energia, desde meados dos anos 80.

Direta ou indiretamente, a sociedade é afetada pelas flutuações de câmbio (US\$ dólar norte americano) refletindo no preço dos combustíveis e derivados, nos mais diferentes mercados, sendo perceptível de forma diferenciada entre a economia da cadeia petrolífera ou

<sup>1</sup> Aloui e cols. (2013) mencionaram em seu trabalho que para efeitos de comparação, empregam-se duas das mais importantes referências na atribuição de preços ao Petróleo: West Texas Intermediate (WTI) de Cushing (Oklahoma) e o Brent do Mar do Norte. Nesse estudo, utilizaremos apenas a referência West Texas Intermediate (WTI) de Cushing (Oklahoma).

<sup>2</sup> O Termo etanol é mais empregado em nível mundial, más no Brasil utilizam-se os termos álcool (etílico) hidratado e álcool (etílico) anidro. (SILVA e cols., 2010).

<sup>3</sup> O Termo etanol é mais empregado em nível mundial, mas no Brasil utilizam-se os termos álcool (etílico) hidratado e álcool (etílico) anidro. (SILVA e cols., 2010).

Causalidade entre Petróleo, Câmbio e Commodities  
Energéticas: Abordagem com Vetores *Auto-Regressivos* (VAR)

não. Assim, a modelagem e projeção de comovimentos (preço do petróleo e taxas cambiais dolarizadas) são cruciais, seja para negociações no mercado e questões de gerenciamento de risco, bem como à regulação dos operadores de câmbio, nas economias que operam sob o regime de taxa de câmbio flutuante (ALLOU e cols., 2013), como referência, constam estudos mais recentes aos comovimentos dos preços do petróleo e energias renováveis (REBOREDO, RIVERA-CASTRO e UGOLINI, 2016).

Krugman (1983) e Rogoff (1991) destacaram a relação dos preços de petróleo (enquanto variável explanatória dos movimentos de taxas de câmbio). Constatou-se, anteriormente à crise financeira global, uma relação positiva petróleo/dólar, pois o incremento do preço do petróleo gerou uma apreciação do dólar (DIBOGLU, 1996; AMANO e VAN NORDEN, 1998; BÉNASSY-QUÉRÉ e cols., 2007; CHEN e CHEN, 2007; BASHER e cols., 2012).

Em contraposição, os achados de Narrayan e cols. (2008); Zhanng e cols. (2008); Akram (2009); Wu e cols. (2012) reportaram a ocorrência de depreciação da taxa de câmbio (US\$) atrelado ao preço do petróleo. Essa depreciação ou apreciação (US\$) associada ao preço do petróleo pode ser devido a dependência deste nos diferentes países. Como exemplo, Lizardo e Mollick (2010), através de co-integração e projeções, demonstraram que o aumento no preço real do petróleo gera depreciação significativa (US\$) na moeda de países exportadores de petróleo (Canadá, México e Rússia).

O mercado brasileiro de combustíveis adentrou a década de 90 inserido numa economia de mercado, pautada na gradual liberalização de preços e na extinção de subsídios cruzados, com ações em relação aos preços, a partir da Lei do Petróleo – 9478/97, que estabelece o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) e a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), conforme Oliveira (2006). Ainda, reportou que os entraves decorriam da estrutura tributária [Imposto de Importação<sup>4</sup>; ICMS<sup>5</sup>; CPMF, Contribuição Social; Parcela de Preço Específica (PPE)], esta última sendo extinta (Emenda Constitucional nº 33, 11/12/2001)<sup>6</sup> e regulamentada pela Lei Complementar nº 10.336/01 (19/12/2001)<sup>7</sup>, sendo instituída a Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico - CIDE<sup>8</sup> Silveira e Pinto Jr. (1999), último bastião ao livre mercado da indústria de petróleo e derivados, com repercussões, agora, também, na cadeia de produção do gás natural (GNV) (OLIVEIRA, 2006).

Somado a tudo isso, a tecnologia *flex-fuel* apresentou vantagem de eficiência quando o preço do etanol hidratado alcançar até 70% do preço da gasolina (SILVANI, 2016). Citando

<sup>4</sup>O Imposto de Importação refere-se a um tributo de competência federal cuja base de cálculo é o preço CIF de importação. Em relação ao Imposto sobre Circulação de Mercadorias e sobre Prestação de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal (ICMS) é de competência estadual cujas alíquotas, que podem ser diferentes, são estabelecidas no âmbito do Conselho Nacional de Política Fazendária - CONFAZ. O ICMS incide sobre as atividades de refino, distribuição e revenda. As contribuições sociais incidentes são duas: O Programa de Integração Social (PIS) e a Contribuição para Financiamento da Seguridade Social (COFINS) (SILVEIRA, 1999).

<sup>5</sup>IUCL - Imposto Único sobre Combustíveis e Lubrificantes (Tributo extinto com a CF-1988 e incorporado pelo ICMS que substituiu o ICM) (LIMA, 2016).

<sup>6</sup>Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/Emendas/Emc/emc33.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/Emendas/Emc/emc33.htm).

<sup>7</sup>Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/LEIS\\_2001/L10336.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/LEIS_2001/L10336.htm).

<sup>8</sup> A CIDE é cobrada sobre a produção, importação e comercialização de GLP, gasolina, diesel. QAV, outros querosenes, óleos combustíveis e álcool etílico anidro. A Lei 10.453/02 define a destinação dos outros recursos da CIDE à concessão de subsídios, à compra de GLP por famílias de baixa renda (Programa Auxílio Gás), bem como subsídios aos produtores de álcool combustível (SILVA e cols., 2010).

Causalidade entre Petróleo, Câmbio e Commodities  
Energéticas: Abordagem com Vetores *Auto-Regressivos* (VAR)

Luzardo e Alves (2012), acerca da transmissão de preços dos combustíveis como explicação para o aumento da oferta de etanol, além da adoção do carro com tal tecnologia, há também a questão ambiental, e, citando Campos (2010), argumentou quanto às perspectivas de esgotamento das reservas de petróleo. Silvani e Cols. (2016) reportaram quanto à variação entre os preços da gasolina sobre o etanol biocombustível, que na 1ª década de 2000, a política brasileira incentivou a produção e uso de biocombustíveis com baixa emissão de CO<sub>2</sub>, bem como a adoção da tecnologia de motores *flexfuel*.

Preço administrado, público ou tarifa<sup>9</sup>, sendo esta última denominação mais usual nos textos de economia, apresenta uma metodologia reveladora e própria de ponderação<sup>10</sup>, conforme definição, na sequência:

Os Preços administrados por contrato e monitorados (“preços administrados”) são aqueles estabelecidos por contrato, por órgão público ou agência reguladora e, de modo geral, são menos sensíveis às condições de mercado. Em janeiro de 2012 passou a vigorar a nova estrutura de ponderação do índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), baseado na Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) 2008/2009 realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Com esta atualização e com as alterações na composição do conjunto dos preços administrados realizadas pelo Banco Central do Brasil (BCB), este passou de 28 para 23 itens, representando, aproximadamente, 24% da cesta total que compões o IPCA, ante, cerca de 30% anteriormente (ALVES e cols., 2013, p.4).

Essa estratégia de projeção de preços (ALVES e cols., 2013, p.4), considera as especificidades de cada reajuste, àquelas destacadas no conjunto monitorado (contratos de concessão) e estruturado em horizonte de tempo de curto prazo (abordagem contábil) e médio prazo [que combina abordagens econométricas (estimativas ao agregado dos preços administrados) e contábil (dicotomia relativizada para cada grupo)].

Na projeção dos preços (curto prazo), consideram-se impostos (expectativas de preço do álcool anidro e da política de reajuste) e a defasagem entre o preço doméstico e o internacional. Considerando-se à oscilação dos preços da gasolina na refinaria, esses foram amortecidos por diminuições na carga tributária, sobretudo, através da redução da CIDE – combustível. Já em relação ao comportamento recente dos preços, tanto os reajustes da gasolina quanto do GLP têm sido, quase sempre, considerados zero nesse referido prazo (ALVES e cols., 2013).

Na metodologia de cálculo da inércia inflacionária e efeitos de choque dos preços administrados, Springer de Freitas, Minella e Riella (2002) ressaltaram a importância de mensurar os choques em vista da necessidade do Banco Central conduzir a política monetária de forma flexível, sem perder o objetivo do cumprimento das metas de inflação. Ainda, ressaltaram em relação à política monetária, que esta vem sendo orientada no sentido de eliminar apenas o efeito secundário dos choques de oferta sobre a inflação, preservando o realinhamento inicial dos preços relativos.

Mendonça (2007) destacou sobre metas para a inflação e taxa de juros no Brasil, que o IPCA é muito sensível aos reajustes nos preços administrados por contratos e monitorados. Com o IPCA reestruturado (agosto/1999), os preços administrados passaram a ter um peso de 28,7% na sua composição. Ressaltou também que um resultado potencial pode ser extraído da

<sup>9</sup> Os bens e serviços cujos preços são administrados incluem, entre outros, impostos e taxas, serviços de utilidade pública cujas tarifas são reguladas ou autorizadas pelo poder público (como energia elétrica, planos de saúde e pedágio). (FIGUEREDO e FERREIRA, 2002).

<sup>10</sup> A metodologia adotada considerou apenas os itens relacionados às *commodities* energéticas, objetos desse estudo. Grifo do Autor.

Causalidade entre Petróleo, Câmbio e Commodities  
Energéticas: Abordagem com Vetores *Auto-Regressivos* (VAR)

estrutura proposta, com maior chance das metas serem alcançadas, incorrendo em ganho de credibilidade e reduções na taxa de juros, implicando numa menor pressão ao aumento do endividamento público e menor necessidade de superávits primários expressivos.

Ainda, destacou a vantagem do modelo em consideração que, ao contrário dos sistemas de equações simultâneas, os modelos VAR têm sido considerados mais apropriados para a análise de relações interligadas e de impactos dinâmicos provocados por choques. Ao passo que, os preços de mercado não sofrem qualquer tipo de influência que não seja a interação das livres forças de mercado (oferta x demanda). Nesse sentido, buscou-se comparar as variáveis *commodities*, em termos de preços administrados, com os preços de mercado, representados pelo preço do petróleo e o preço da moeda nacional, medido em termos do valor da moeda estrangeira – câmbio.

Azevedo e Serigati (2015) tratando sobre preços administrados e discricionariedade do Executivo, relataram que durante o 1º mandato da Presidente Dilma Roussef, esses preços foram utilizados como instrumento para cumprir a meta de inflação, subordinando as políticas industriais para finalidades macroeconômicas de curto prazo.

Assim, sugeriram duas estratégias para controlar o efeito negativo dos desvios de critérios do governo para determinar os preços administrados: i) redução da discricionariedade à determinação de preços no curto prazo, mantendo-se, contudo, o Estado como precificador de longo prazo de setores estratégicos; ii) custos operacionais e políticos inferiores, modificando incentivos para que o governo em exercício utilize sua discricionariedade de modo menos nocivo à política setorial que dá fundamento ao controle da inflação.

Nos trabalhos econométricos comumente adotam-se os modelos com equações simultâneas [variáveis endógenas e exógenas (predeterminada), que demandam pressupostos tradicionais da regressão linear de identificação do modelo adotado]. Variáveis predeterminadas numas e não em outras é uma forma mais comum na resolução de problemas de identificação do modelo, sendo criticada por Sims (1980), considerando subjetiva à solução do sistema, pois todas as variáveis devem ser tratadas simultaneamente e simetricamente, além de multi-equacionais, discordando com a determinação de causalidade *ad hoc* (prévia). Sendo desenvolvido o método de abordagem para séries temporais multivariadas chamadas Vetores Auto-Regressivos – VAR, que permitem que se expressem modelos econômicos completos e se estimem os parâmetros, definindo restrições entre as equações, estas sendo usadas para identificar os parâmetros estruturais do referido método.

Estes modelos multi-equacionais, possibilitam analisar as interrelações entre variáveis macroeconômicas e respectivos efeitos desencadeados pelos “choques” que provocam ciclos na economia, ou seja, os modelos seriam capazes de analisar a importância relativa de cada “evento” (ou inovação) sobre as variáveis do sistema econômico, possibilitando compreender como as variáveis macroeconômicas respondem aos referidos “choques”, simultaneamente. Sims (1980).

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Para analisar a direção e o sentido da causalidade dos preços de combustível ao consumidor brasileiro, a partir do preço do petróleo no mercado internacional (WTI)<sup>11</sup> e da Taxa de câmbio (USD/BRL) (efeito contágio) entre a flutuação cambial, preços do petróleo e *commodities* energéticas (Gasolina, Etanol, GNV e Diesel), foram utilizados os dados secundários semanais [Bloomberg L. P.; Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e

<sup>11</sup>Aloui e cols. (2013) reportaram que para efeitos de comparação, empregam-se duas das mais importantes referências na atribuição de preços ao Petróleo: *West Texas Intermediate* (WTI) de *Cushing* (Oklahoma) e o Brent do Mar do Norte.

Causalidade entre Petróleo, Câmbio e Commodities  
Energéticas: Abordagem com Vetores *Auto-Regressivos* (VAR)

Biocombustíveis (ANP)], no período entre 05 de maio de 2006 a 02 de setembro de 2016, sendo considerados os direcionamentos quanto as possíveis determinações de preços administrados e suas repercussões na política de preços máximos e mínimos<sup>12</sup>. Utilizou-se a técnica de Vetor Auto Regressivo (VAR) com a sua função impulso-resposta com os testes de Causalidade Linear de Granger, sem assumir *a priori*, endogeneidade de uma ou mais variáveis nos modelos Enders (1995), e utilizando o critério de seleção *Akaike Information Criterion* (AKAIKE, 1974), para responder se os preços dos combustíveis são realmente administrados no Brasil.

Os dados filtrados e tabulados foram ajustados e tratados estatisticamente utilizando-se o *software* livre R Studio, onde constam todas as funções requisitadas à execução da análise das variações dos preços do petróleo e câmbio sobre os preços das *commodities*, requisito às políticas públicas e atores da cadeia produtiva às tomadas de decisões.

Foi utilizado um sistema de equações com duas variáveis (SILVA JÚNIOR e cols., 2008), onde se consideraram no VAR que todas as variáveis são endógenas e dependem das próprias defasagens e as do sistema (interdependentes e relacionadas por uma memória auto-regressiva) (ENDERS, 1995). Assim, a série  $\{X_t\}$  é afetada pelo seu passado e pela série  $\{Z_t\}$  e vice-versa. As equações, chamadas de primitivas, podem ser expressas da seguinte forma:

$$X_t = \alpha_{10} + \alpha_{11}X_{t-1} + \alpha_{12}Z_{t-1} + \varepsilon_t \quad (1)$$

$$Z_t = \alpha_{20} + \alpha_{21}X_{t-1} + \alpha_{22}Z_{t-1} + \varepsilon_{t2} \quad (2)$$

Observa-se que ambas as séries têm  $\varepsilon_t$  ruído branco com média igual a zero e variância unitária. A estrutura do sistema indica relações simultâneas entre  $X_t$  e  $Z_t$  com riscos na relação entre os choques (relacionados com as variáveis explicativas) na equação de  $Z_t$  e  $X_t$  na equação  $X_t$ . A técnica-padrão requer que os regressores sejam não-correlacionados com o termo de erro. As Funções (1) e (2) podem ser descritas em notação matricial, como:

$$Y_t = \alpha + \Pi_1 Y_{t-1} + \Pi_2 Y_{t-2} + \dots + \Pi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t \quad (3)$$

Onde  $Y_t$  representa o vetor auto regressivo de ordem  $p$ ,  $\alpha$  simboliza o vetor de intercepto,  $\Pi_p$  expressa a matriz de parâmetros e finalmente, o  $\varepsilon_t$  é o termo de erro  $\varepsilon_t \sim N(0, \Omega)$ .

Ademais,  $p$  indica o número de defasagens que é fundamental para o modelo e pode ser determinado utilizando diferentes critérios de seleção [*Akaike Information Criterion* (AIC adotado neste trabalho) (AKAIKE, 1974); *Schwarz Criterion* (SCHWARZ, 1978); *Hannan-Quinn Information Criterion* (HANNAN e QUINN, 1979)].

A escolha da ordem de defasagens do VAR é arbitrária, sendo interessante incluir o maior número possível para evitar a imposição de restrições falsas sobre a dinâmica do modelo. Contudo, quanto mais ampla essa ordem, maior o número de parâmetros a serem estimados, conseqüentemente, menos graus de liberdade à estimação. Mesmo parecendo contraditório, pelo AIC penalizar bem mais a adição de variáveis, tendo em vista que reduz o número de grau de liberdade, mesmo assim, as estatísticas fornecem informações que combinadas com o bom senso, podem ajudar a determinar a especificação de uma estrutura de defasagem (PINDYCK, 2004). O AIC Akaike (1974) foi escolhido baseado em Sims (1980) para quem o objetivo de um VAR é determinar o relacionamento entre variáveis e não os de determinar os parâmetros estimados.

<sup>12</sup>Essa nomenclatura estava presente na então vigente Lei do Petróleo de 1997 e não se confunde com a Política Pública de Preços Máximos e Mínimos que servem de instrumentos de adoção de Política Fiscal pelo Governo. Brasil, Planalto, Lei 9.478/97.

Causalidade entre Petróleo, Câmbio e Commodities  
Energéticas: Abordagem com Vetores *Auto-Regressivos* (VAR)

As funções de respostas aos impulsos (FIR) buscam averiguar a direção dos efeitos de uma inovação (Choque) no tempo  $t$  dos termos de erro de uma variável, sobre os valores presentes e futuros das demais variáveis que compõem a estrutura endógena do VAR (STOCK e WHATSON, 2001).

No contexto desse trabalho, a FIR generalizada de estimação foi avaliar a direção (positiva, negativa ou nula) dos possíveis efeitos de variáveis residuais dos choques ou mudanças de preços dos combustíveis atrelados ao petróleo e taxa de câmbio, considerando-se a série histórica no modelo VAR, desconsiderando a pressuposição da condição “*coeteris paribus*”<sup>13</sup> para outras variáveis. Nas funções (1) e (2) esses efeitos de um choque ou mudança no erro, altera imediatamente os valores correntes e futuro da variável analisada, onde nessas equações os valores são defasados.

Stock e Watson (2001) discutiram sobre uma controvérsia relativa acerca de regressões neste modelo, onde, para eles, dever-se-ia adotar apenas variáveis estacionárias, considerando-se: i) nas variáveis integradas, os testes de hipóteses não se baseiam na distribuição t padrão, sugerindo serem as variáveis estacionárias; ii) argumentos contrários à transformação das variáveis não-estacionárias, quando estima-se modelo em diferenças, ignora-se relações de longo prazo entre as variáveis.

Quanto ao teste de causalidade Linear de Granger, cumpre definir o ordenamento das variáveis (STOCK e WATSON, 2001). Para duas séries estacionárias  $X_t$  e  $Y_t$ , o teste de causalidade linear baseia-se numa representação autorregressiva vetorial bivariada (VAR) das duas séries, da seguinte forma:

$$X_t = \alpha_1 + \sum_{i=1}^k \alpha_i X_{t-1} + \sum_{i=1}^k \beta_i Y_{t-1} + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

$$Y_t = \alpha_2 + \sum_{i=1}^k \gamma_i X_{t-1} + \sum_{i=1}^k \delta_i Y_{t-1} + \varepsilon_{2t} \quad (4)$$

Onde  $k$  é o comprimento de atraso da variável  $X_t$  e  $Y_t$ . Pode-se testar duas hipóteses nulas: (1)  $Y$  não causa  $X$  que é representado por  $H_0^1 = \beta_1 = \dots = \beta_k = 0$ ; (2)  $X$  não causa  $Y$ , que é representado por  $H_0^2 = \gamma_1 = \dots = \gamma_k = 0$ .

No primeiro caso, a causalidade vai de  $Y_t$  para  $X_t$  quando o nulo é rejeitado; No segundo caso, a causalidade vai de  $X_t$  a  $Y_t$  quando o nulo é rejeitado. O teste de causalidade bivariada significa que ambas as hipóteses são rejeitadas. O teste estatístico para estas hipóteses tem uma distribuição  $F$  padrão com graus de liberdade  $(k, T, -2k-1)$ , onde  $T$  é o número de observações.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Consta na Figura 1 a representação de séries temporais dos preços das variáveis analisadas. Observam-se (WTI = linha vermelha) dois decréscimos de preços, associadas às crises: financeira global (2008) e do petróleo (2015), respectivamente. Tese aliás reforçada em (GREEN e MORK, 1991; SHAMBORA e ROSSITER, 2007; AROURI e cols. 2010), ratificados por Plourde e Watkins (1998) e Regnier (2007), os quais reportaram que a volatilidade (preços do petróleo) é substancialmente maior em relação a outros produtos de energia, desde meados dos anos 80. Quanto à variação cambial (USD/BRL = tracejado azul) ocorreu incremento marcante no 2º semestre de 2014, associada à crise político partidária brasileira [Reeleição de Dilma Rouseff (BASTOS, 2017); pautas-bombas do congresso<sup>14</sup>;

<sup>13</sup>Essa condição significa “tudo mais permanecendo constante”, e é geralmente utilizada em situações de modelagem, visto que a realidade da análise serão os parâmetros definidos no próprio modelo (MONTELLA, 2004).

<sup>14</sup> <https://m.folha.uol.com.br/poder/2015/09/1683945-pauta-bomba-do-congresso-anula-cortes-propostos-por-dilma.shtml>

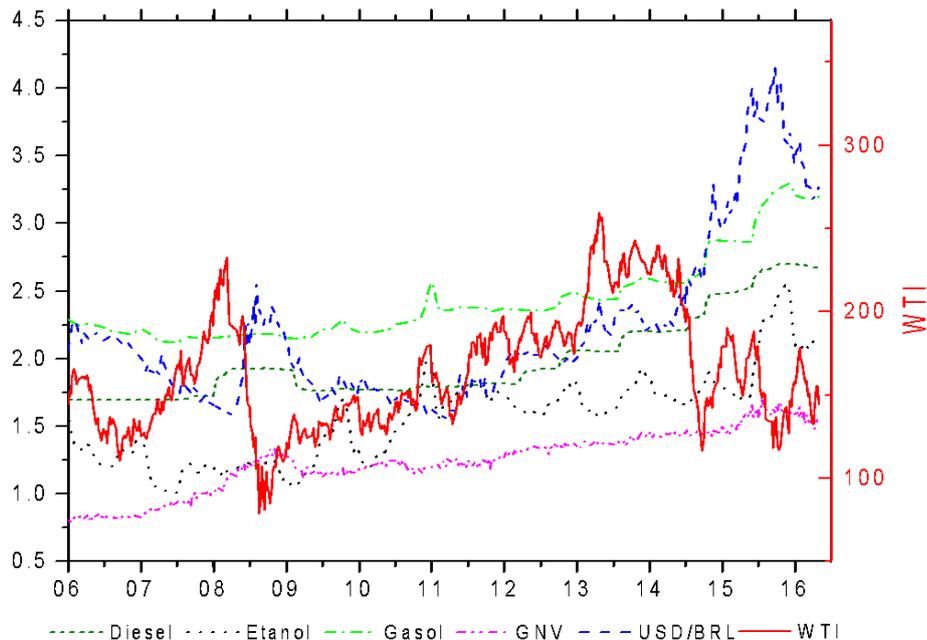
Causalidade entre Petróleo, Câmbio e Commodities  
Energéticas: Abordagem com Vetores *Auto-Regressivos* (VAR)

processo de impeachment de Dilma Rousseff<sup>15</sup>], o que reforça as opiniões de Azevedo e Serigati (2015) no ambiente interno de mercado como no ambiente externo, os de Krugman (1983) e Rogoff (1991), afora isso, os autores que partilhavam dessas ideias eram (DIBOGLU, 1996; AMANO e VAN NORDEN, 1998; BÉNASSY-QUÉRÉ e cols., 2007; CHEN e CHEN, 2007; BASHER e cols., 2012) em relação ao Dólar. E em relação ao Câmbio, os achados de Narrayan e cols. (2008); Zhanng e cols. (2008); Akram (2009); Wu e cols. (2012).

Nos combustíveis analisados ocorreram oscilações, não sendo comprovadas interferências das duas referidas variáveis: a) no GNV ocorreu um comportamento crescente, contudo, pouco gradiente; b) no Diesel, houve leve oscilação de alta de preços ao consumidor, sendo mais estáveis entre 2006 a 2012 [ com oscilação de alta (fim de 2007 e início de 2008); queda no 1º semestre de 2009], de 2012 a 2016, tais movimentos se intensificaram em alta, recorrente; c) no Etanol, observou-se maior frequência oscilatória com seu pico de preços no final de 2015; d) na Gasolina, apesar da tendência crescente e pouco oscilante (preço) até 2013, ocorreu uma sensível alta a partir do 2º semestre de 2014 até o fim do período analisado.

No Mosaico 1 (Tabela 1) são apresentados os gráficos representativos dos retornos (características semelhantes) das séries (estacionárias em torno da média zero) analisadas, os quais não apresentaram qualquer tendência significativa, como os desvios-padrão foram maiores que os retornos médios, sendo àqueles relacionados aos preços do petróleo com mais volatilidade. Observam-se caudas pesadas (*fattails*) relacionadas ao coeficiente de Kurtosis ( $\geq 3,0$ ). As correlações (duas linhas finais da Tabela), seja com câmbio seja com o petróleo, se aproximam de 0, inferindo-se a inexistência de relação linear entre as variáveis.

**Figura 1** – Séries temporais dos preços. Adaptado de ANP (2016) e Bloomberg (2016).

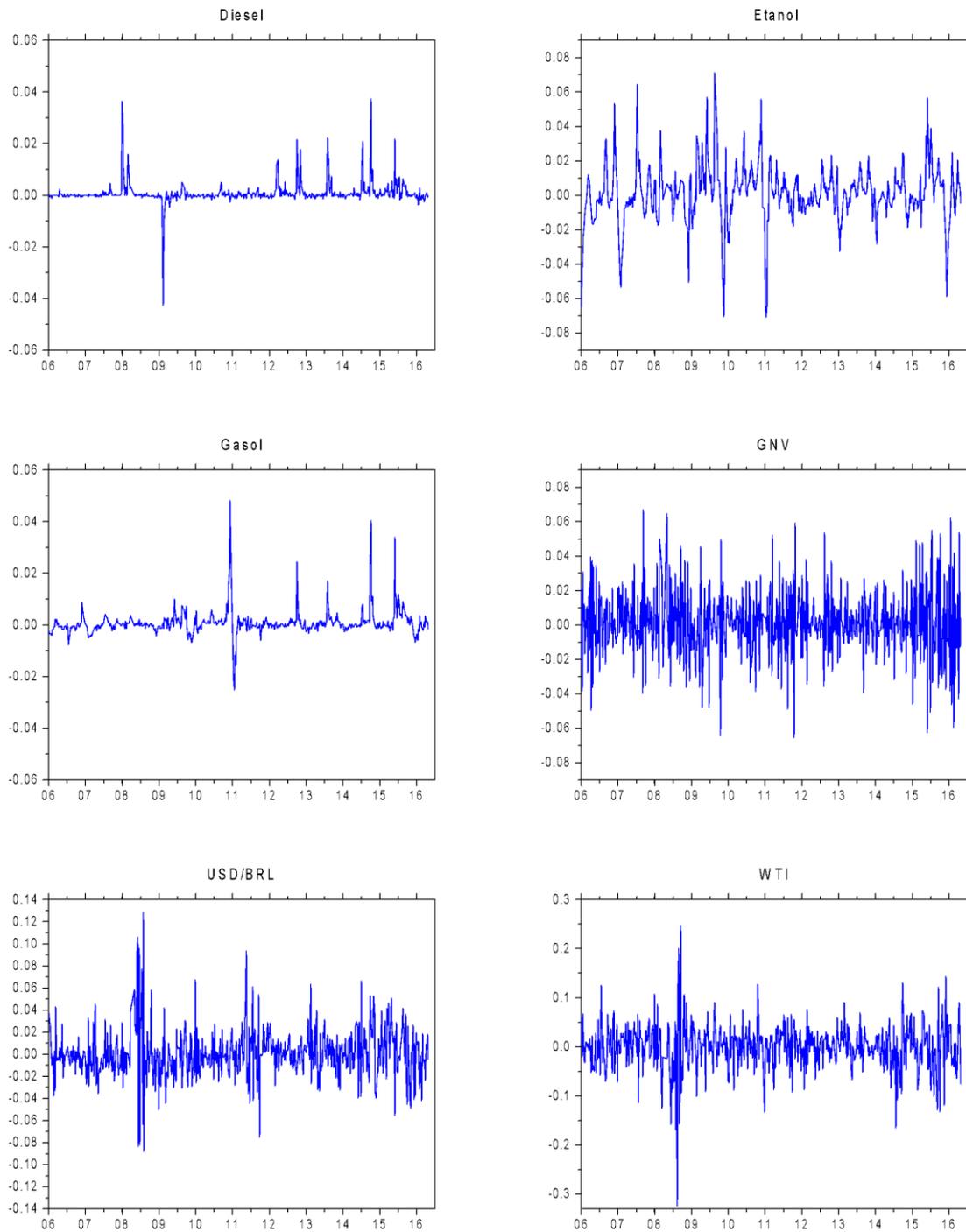


Fonte: Autores.

<sup>15</sup> <https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2016/12/28/impeachment-de-dilma-rousseff-marca-ano-de-2016-no-congresso-e-no-brasil>

Causalidade entre Petróleo, Câmbio e Commodities  
Energéticas: Abordagem com Vetores *Auto-Regressivos* (VAR)

**Mosaico 1** – Séries temporais dos retornos. Salvador- BA, 2017.



Fonte: Autores.

**Tabela 1:** Estatística descritiva de retornos de preços<sup>16</sup> semanais dos combustíveis, do WTI e do câmbio USD/BRL, referente ao período entre 05/05/2006– 02/09/2016. Salvador – BA, 2017.

DIESEL	ETANOL	GASOL	GNV	USDBRL	WTI
--------	--------	-------	-----	--------	-----

<sup>16</sup>É a diferença de preços logaritmizada, representada pela fórmula  $LN = (P_t / P_{t-1} - 1)$ .

Causalidade entre Petróleo, Câmbio e Commodities  
Energéticas: Abordagem com Vetores *Auto-Regressivos* (VAR)

Média	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000
Desvio Padrão	0.005	0.017	0.005	0.021	0.024	0.050
Mínimo	-0.043	-0.071	-0.025	-0.066	-0.088	-0.324
Máximo	0.037	0.071	0.048	0.067	0.128	0.248
Skewness(1)	1.625	-0.451	3.804	0.050	0.675	-0.496
Kurtosis	40.992	7.128	37.500	3.604	7.028	8.329
J-B(2)	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000 *	0.000 *
Corr. USDBRL	0.00	-0.02	0.02	-0.02		
Corr. WTI	0.08	-0.01	-0.01	0.02		

Assimetria; (2) Estatísticas empíricas do teste de Jarque-Bera de normalidade baseado em assimetria e excesso de curtose.

Fonte: Autores.

### 3.1 FUNÇÃO DE IMPULSO-RESPOSTA PETRÓLEO X COMBUSTÍVEIS

Os resultados indicam que a hipótese de endogeneidade entre preços dos combustíveis (mercados internacional e nacional), é considerada pouco provável, visto que a determinação do preço nacional dos combustíveis responde por uma menor parte da produção e exportação brasileira dessa *commodity*, o que condiciona pensarmos que a direção da causalidade advém dos preços internacionais para os nacionais, e não o contrário. Optou-se por examinar a existência de uma função impulso a resposta entre o preço dos combustíveis nestes mercados, sendo também, as utilizadas como variáveis no modelo VAR, apesar das restrições dessa medida no modelo.

No Mosaico 2, constam nos gráficos, que o eixo das abscissas (x) foram marcadas as defasagens (*lags*) de tempo (defasagem = uma semana), enquanto nas ordenadas (y) constaram o tamanho do impulso. As linhas cheias em azul são as respostas aos impulsos de cada item analisado, enquanto as vermelhas tracejadas representam os intervalos de confiança. Observa-se nos gráficos (impulso e resposta) do petróleo e combustíveis, à esquerda, um combustível como impulso (diesel, etanol, gasolina e GNV) e o petróleo como resposta, enquanto no direito constam impulso do petróleo, com respostas dos citados combustíveis.

Procedeu-se a análise desse mosaico em dois grupos de quatro gráficos, observando-se no 1º grupo os resultados da função de resposta do petróleo devido a um choque positivo do diesel, dado esse impulso, a resposta do petróleo foi de -0,2% com uma defasagem (*lag*) de duas semanas; do petróleo ao diesel é quase imperceptível alguma variação, mesmo sem representatividade, estas ocorrem de forma positiva até um pouco além das três primeiras semanas (*lag* 3); o impulso do etanol ao petróleo apresenta comportamento gradiente, quando o etanol varia 1%, a resposta do petróleo varia +0,1% em três semanas (*lag* 3), com queda significativa até a quarta semana (*lag* 4) de -0,5%; mesmo se recuperando na quinta semana (*lag* 5), permanece uma resposta negativa em -0,1%, oscilando em valores negativos; quanto ao impulso do petróleo para o etanol, observa-se leve flutuação entre a quarta e quinta semanas (*lags* 4 e 5), com variação de respostas pouco representativas.

Relativo ao 2º grupo observa-se que a função de resposta da gasolina devido a um choque (inovação) do petróleo foi de -0,4% com *lag* de duas semanas, mesmo se recuperando até pouco além da sétima semana (*lag* 7), todas as respostas, permanecem negativas; do petróleo para o gasolina é quase imperceptível alguma variação, que mesmo sem representatividade, as variações positivas ocorreram até um pouco além das quatro primeiras semanas (*lag* 4); no impulso do GNV ao petróleo, o comportamento foi gradiente, quando o GNV variou 1%, a resposta do petróleo foi -0,1% em três semanas (*lag* 3) com leve recuperação, mesmo quando negativa, até a quarta semana (*lag* 4), seguindo-se positiva em +0,1% na quinta semana (*lag*

---

Causalidade entre Petróleo, Câmbio e Commodities  
Energéticas: Abordagem com Vetores *Auto-Regressivos* (VAR)

5), oscilando para além da décima semana (*lag* 10); no impulso do petróleo para o GNV, ocorreram flutuações de baixa com pouca representatividade nas semanas ímpares, destacando-se a quinta semana (*lag* 5; -0,1%), as semanas quatro e seis (*lags* 4 e 6) sobressaíram-se com variações próximas de +0,1%.

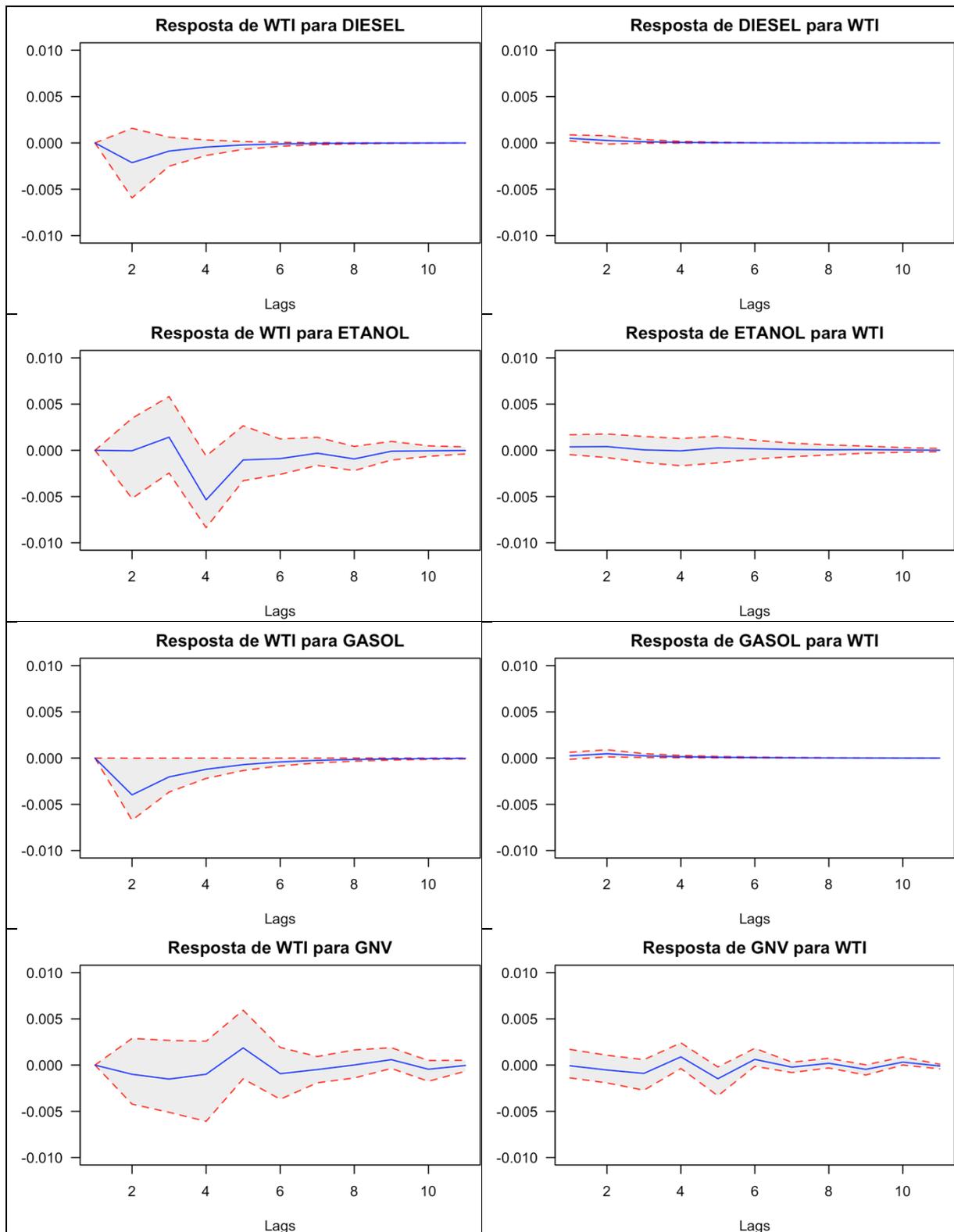
### 3.2 FUNÇÃO DE IMPULSO-RESPOSTA CÂMBIO X COMBUSTÍVEIS

Observa-se no Mosaico 2 que os gráficos de impulso e resposta do dólar e combustíveis, mantendo-se nos gráficos da esquerda, um combustível como impulso (diesel, etanol, gasolina e GNV) e o dólar como resposta. Na direita constam os gráficos de impulso do dólar, com resposta dos citados combustíveis.

Procedeu-se a análise desse mosaico em dois grupos de quatro gráficos. No 1º grupo os resultados da função de resposta do dólar devido a um choque positivo do diesel, promovendo dado esse impulso, a resposta do dólar foi constante até a terceira semana (*lag* 3), com variação positiva de 0,1% na quarta semana (*lag* 4) e movimentos positivos descendentes com pouca representatividade, até oitava semana (*lag* 8); do dólar para o diesel apresentou variação positiva quase imperceptível, mesmo sem representatividade, além das três primeiras semanas (*lag* 3); No impulso do etanol para o dólar apresentou comportamento gradiente, onde variações de 1% no etanol causam leve alta, menor que +0,1% na segunda semana (*lag* 2) e queda com efeito nulo na terceira e novo aumento para +0,1 na quarta semana (*lags* 3 e 4), seguindo-se incremento decrescentes positivas, mas pouco significativo até a nona semana (*lag* 9); no impulso do dólar ao etanol ocorreu leve flutuação positivas, porém, pouco representativa) entre a segunda e a sexta semanas (*lags* 2 e 6).

Causalidade entre Petróleo, Câmbio e Commodities  
Energéticas: Abordagem com Vetores *Auto-Regressivos* (VAR)

**Mosaico 2** – Impulso e resposta WTI e combustíveis. Salvador - BA, 2017.



Fonte: Autores

No 2º grupo (Mosaico 3), observam-se os resultados da função de resposta da gasolina devido a um choque positivo do câmbio, sendo crescente e positiva até a quarta semana (*lag* 4), decrescente e positiva até a quinta semana (*lag* 5), na sequência, as variações foram nulas

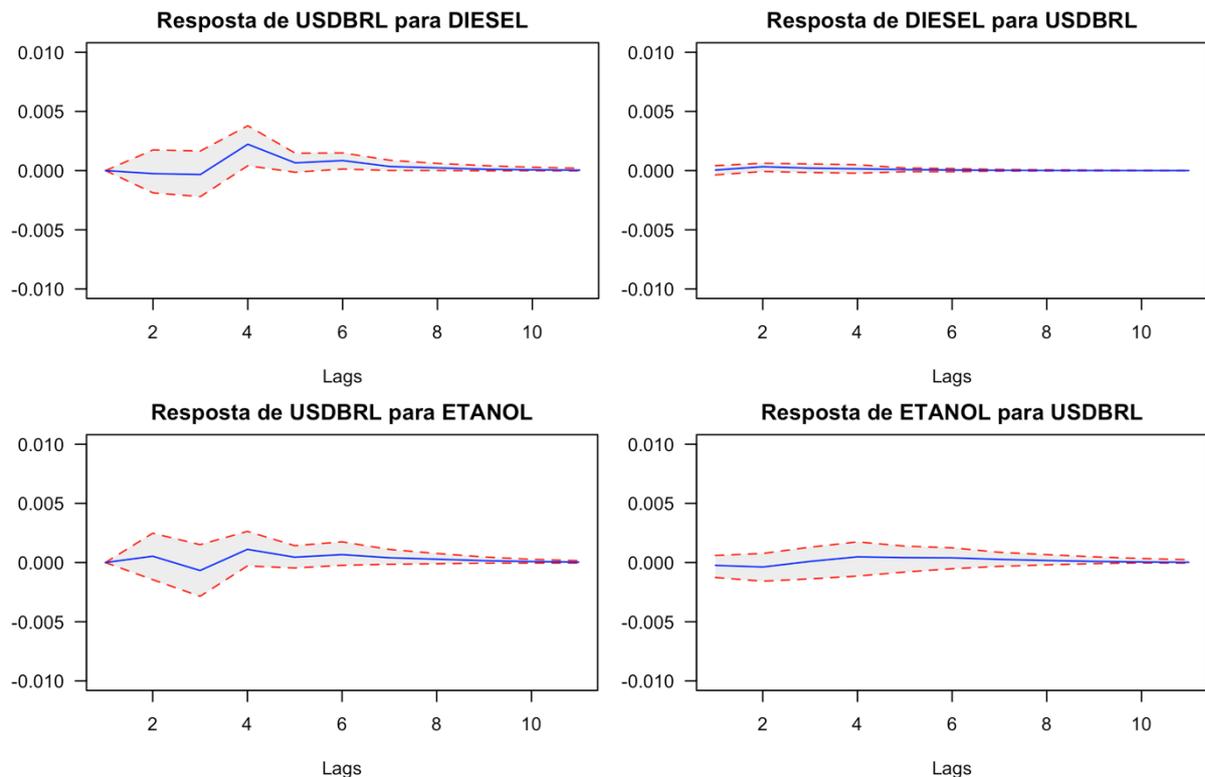
Causalidade entre Petróleo, Câmbio e Commodities  
Energéticas: Abordagem com Vetores *Auto-Regressivos* (VAR)

até a décima semana (*lag* 10); do dólar (impulso) à gasolina foi quase imperceptível alguma variação positiva sem representatividade entre a quarta e oitava semanas (*lags* 4 e 8); o impulso do GNV para o dólar desencadeou comportamento gradiente, com variações de 1% no GNV causando leve alta, nas semanas dois e quatro (*lags* 2 e 4), com +0,1% e +0,2%, respectivamente.

Os movimentos descendentes, são na terceira e quinta semanas (*lags* 3 e 5), com efeito nulo na primeira e +0,1% na segunda, seguindo-se movimento positivo e ascendente até a décima semana (*lag* 10), descendendo e negativo a partir da décima primeira semana (*lag* 11); no impulso do dólar para o GNV ocorreu leve flutuação positiva na segunda semana (*lag* 2), ocorrendo leve inflexão negativa (pouco representativa) na terceira semana (*lag* 3). Na sequência ocorreu movimento positivo (+0,1%) e ascendente na quarta (*lag* 4) até a quinta semana (*lag* 5), e movimento descendente (-0,2%) subindo para perto de +0,1% na semana seis (*lag* 6), com leve queda aos níveis da segunda semana, na semana sete (*lag* 7), alta de +0,1% na oitava semana (*lag* 8), novamente queda na nona semana (*lag* 9) para próximo de -0,1%, seguindo-se movimento ascendente, porém na região negativa do gráfico .

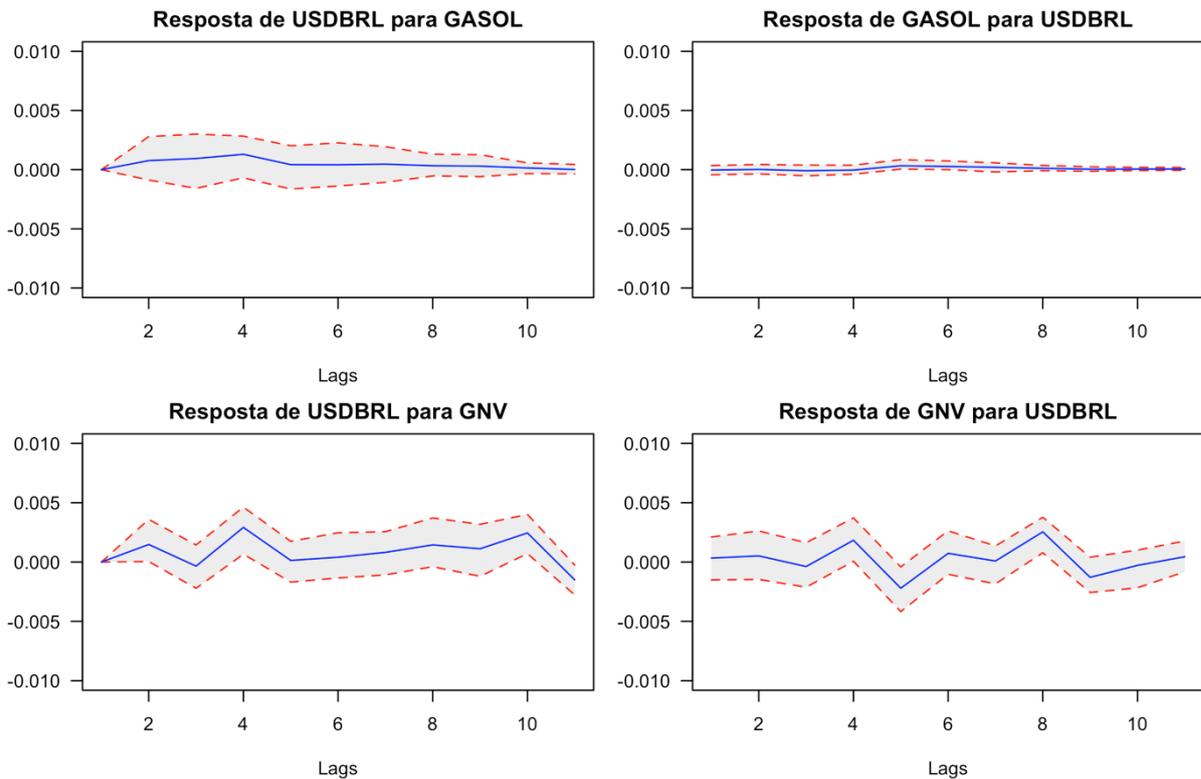
Constam as estatísticas de Causalidade Linear de Granger entre petróleo e combustíveis (ALOUÍ e cols., 2013; REBOREDO, RIVERA-CASTRO e UGOLINE, 2016). Observam-se evidências de não causalidade em todos os pares, salvo na relação câmbio/GNV, além do *lag* ótimo de todos os pares em termos de semanas, ponto de mais interação entre as variáveis analisadas, com p-valor que indica a possibilidade de rejeição ou não da hipótese nula<sup>17</sup>.

**Mosaico 3** – Gráfico impulso e resposta USD/BRL e combustíveis Salvador –BA, 2017.



<sup>17</sup>A Hipótese Nula na maioria das investigações é anunciada adotando-se a posição extrema (como um oponente imaginário) de que não há nenhuma relação entre a variável dependente e a explicativa da questão. O objetivo é verificar se a relação entre as duas não tem importância (GUJARATI, 2000).

Causalidade entre Petróleo, Câmbio e Commodities  
Energéticas: Abordagem com Vetores *Auto-Regressivos* (VAR)



Fonte: Autores.

Se o p-valor for ( $\leq 0,05$ ) há causalidade ou então, rejeita-se a hipótese nula ( $\geq 0,05$ ), não há causalidade. Assim, percebe-se que a única relação de causalidade é a do câmbio em relação ao GNV (Tabela 3), conforme mencionado, contudo, observa-se que seu efeito é de longo prazo, pois o câmbio, só afeta o GNV a partir da nona semana (lag9). Esses resultados são consistentes com Managi e Okimoto (2013), mas diferem das evidências relatadas por Henriques e Sadorsky (2008).

**Tabela 2** – Resultados causalidade linear de Granger entre WTI e combustíveis. Salvador -BA, 2017.

Variáveis	Lags	Resultados	Hipóteses Nula			
			WTI não causa combustíveis		Combustíveis não causa WTI	
			F-teste	p-Valor	F-teste	p-Valor
WTI & Diesel	1	WTI não causa Diesel	0.010	0.922	0.958	0.328
WTI & Etanol	4	WTI não causa Etanol	0.253	0.908	1.862	0.115
WTI & Gasol	1	WTI não causa Gasol	2.577	0.109	3.631	0.057
WTI & GNV	4	WTI não causa GNV	1.365	0.244	0.380	0.816

Fonte: Autores.

**Tabela 3** – Resultados causalidade linear de Granger entre USD/BRL e combustíveis Salvador -BA, 2017.

Variáveis	Lags	Resultados	Hipóteses Nula			
			USD/BRL não causa combustíveis		Combustíveis não causa USD/BRL	
			F-teste	p-Valor	F-teste	p-Valor
USD/BRL & Diesel	3	USD/BRL não causa Diesel	0.795	0.497	2.600	0.051
USD/BRL & Etanol	3	USD/BRL não causa Etanol	0.544	0.652	0.925	0.428
USD/BRL	6	USD/BRL não causa	0.970	0.445	0.970	0.444

Causalidade entre Petróleo, Câmbio e Commodities  
Energéticas: Abordagem com Vetores *Auto-Regressivos* (VAR)

&Gasol USD/BRL & GNV	9	Gasol USD/BRL □ GNV	2.291	0.015	1.325	0.219
----------------------------	---	------------------------	-------	-------	-------	-------

Fonte: Autores.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No período focal de análise, a Petrobras, criada a partir da lei 2.004 de 03 de outubro de 1953, constituída sob a forma de monopólio estatal, geria juntamente com o Conselho Nacional do Petróleo, suas negociações sob a forma de tarifa, que de modo geral, são menos sensíveis às condições de mercado, objeto, portanto, de determinação executiva enquanto política pública. Apesar do mercado brasileiro de combustíveis ser livre, na prática, existe um monopólio da Petrobrás, que controla a quase totalidade dos terminais, dutos e refinarias, “regulando sua oferta” no Brasil, pela política de governo vigente. Com vistas a se manter no controle sobre a inflação, sendo o responsável pela autorização de reajustes de preços ao consumidor final, de fato, não havia competitividade setorial na economia brasileira, incluindo os percalços negativos de interferências partidárias nos preços de combustíveis, independente da oscilação do mercado internacional.

Ressalta-se que nas últimas décadas o mercado sofreu diversas transformações, seja na composição de gastos e incentivos ao setor com repercussões no Balanço de Pagamentos, como nos aspectos tecnológicos e de política de preços. Em 2002 foi marcado o início da entrada do *trade* de combustíveis na economia de mercado com o fim da PPE, a quebra do monopólio na importação pela Petrobrás, vigência da CIDE e a liberação dos preços nas refinarias e centrais produtoras, incorrendo numa nova dinâmica aos mercados de GNV, gasolina, diesel e repercussões no etanol, pelo seu uso na composição da gasolina.

À ANP como autarquia especial tem a finalidade de regular o setor de petróleo e gás natural (Lei do Petróleo 9.478/97), foi demanda decorrente da abertura de mercado, arbitrar possíveis conflitos entre partes contratantes de combustíveis, bem como, verificar a adequação das tarifas acordadas nesse mercado para preservar os interesses do consumidor.

A transição, atrelada à liberação das importações e diversificação de fontes energéticas (energias renováveis) do Balanço Energético Nacional, demanda a garantia de ampliar a competitividade na cadeia do petróleo, da exploração ao abastecimento, comprometida pelo desequilíbrio entre a oferta e a forte demanda reprimida no mercado brasileiro de gás. Possível atrelamento à relação câmbio/GNV seja a única a possuir causalidade linear no sentido de Granger, ou seja, onde os preços internacionais influenciaram a determinação dos preços nacionais, ainda que numa perspectiva de longo prazo, ocorrendo a melhor interação entre as variáveis na semana nove.

Relacionado à causalidade, seis séries temporais de preços reais do petróleo, do câmbio e do preço ao consumidor, das *commodities* energéticas no mercado brasileiro, através do modelo de Vetor Auto-Regressivo (VAR), atrelada no tempo aos choques dessas variáveis em si mesmas e sobre as outras implicações de preços em períodos posteriores, enfocando-se petróleo e câmbio/*commodities* energéticas, respectivamente.

Os resultados da pesquisa indicam também, que a hipótese de endogeneidade (quando um dos regressores do modelo é correlacionado com o erro) entre preços dos combustíveis nos mercados internacionais e nacionais pode ser considerada pouco provável, visto que a determinação do preço nacional dos combustíveis responde por uma menor parte da produção e exportação brasileira dessa *commodity*, o que condiciona pensarmos que a direção da causalidade advém dos preços internacionais para os nacionais, e não o contrário.

Quanto a Causalidade Linear de Granger entre petróleo e câmbio/combustíveis,

Causalidade entre Petróleo, Câmbio e Commodities  
Energéticas: Abordagem com Vetores *Auto-Regressivos* (VAR)

respectivamente, detectou-se evidências de não causalidade em todos os pares, salvo na relação câmbio/GNV. Temos também, nas mesmas tabelas, o “lag” ótimo de todos os pares em termos de semanas e o p-valor que indica a possibilidade de rejeição ou não da hipótese nula. Observou-se em face de todo o exposto, que os preços brasileiros dos combustíveis, são sim administrados, por não sofrerem influência dos preços das variáveis macroeconômicas no mercado interno e por rejeitar a hipótese nula, visto que o p-valor ( $\geq 0,05$ ), na maioria das relações, refletindo não causalidade.

## REFERÊNCIAS

- AKAIKE, H. A new look at the statistical model identification. **IEEE Transactions on Automatic Control.**, Boston, v.19, n.6, p.716-723, Dec. 1974.
- \_\_\_\_\_. Conditional dependence structure between oil prices and exchange rates: A copula-GARCH approach. **Journal of International Money and Finance.** Tunis, n. 32, p. 719–738, 2013b.
- AKRAM, Q.F. Commodity prices, interest rates and the dollar. **Energy Economics**, v. 31, p. 838–851, 2009.
- ALLOUI, R.; BEN AÏSSA, M.S.; NGUYEN, D.K. Global financial crisis, extreme interdependences, and contagion effects: the role of economic structure? **Journal of Banking and Finance.** v. 35, p. 130–141, 2013a.
- ALVES, P.; RODRIGUES FIGUEIREDO, F.; NASCIMENTO JUNIOR, A.; PEREZ, L. (2013). **Preços administrados: projeção e repasse cambial.** Brasília: BCB Research Department, mar, 2013.36 p. (Trabalhos para Discussão, n. 305).
- AMANO, R.; VAN NORDEN, S., Oil prices and the rise and fall of the US real exchange rate. **Journal of International Money and Finance.**, v.17, n.2, p. 299–316, 1998.
- ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Série histórica do levantamento de preços e de margens de comercialização de preços de combustíveis.** Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/wwwanp/precos-e-defesa/234-precos/levantamento-de-precos/868-serie-historica-do-levantamento-de-precos-e-de-margens-de-comercializacao-de-combustiveis>> Acesso em: 03 jun 2016 às 8h46.
- ARAÚJO, T. J. **Quais os efeitos da volatilidade de preços do petróleo na economia brasileira? Uma análise de 2002 a 2006.** Programa de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração e Economia da Faculdade de Economia e Finanças. IBMEC. Rio de Janeiro, 2006. 74 p. (Dissertação de Mestrado).
- AROURI, M.E.H.; DINH, T.H.; NGUYEN, D.K. Time-varying predictability in crude-oil markets: the case of GCC countries. **Energy Policy.**,v. 38, p. 4371–4380, 2010.
- AROURI, M.E.H.; NGUYEN, D.K. Oil prices, stock markets and portfolio investment: evidence from sector analysis in Europe over the last decade.**Energy Policy.**, v. 38, p. 4528–4539, 2010.
- AZEVEDO, P. F.; SERIGATTI, F. C. Preços administrados e discricionariedade do Executivo. **Revista de Economia Política**,v. 35, n. 3., p. 510-530, 2015.
- BASHER, S.A., HAUG, A.A., SADORSKY, P. Oil prices, exchange rates and emerging stock markets. **Energy Economics**,v. 34, p. 227–240. 2012.

Causalidade entre Petróleo, Câmbio e Commodities  
Energéticas: Abordagem com Vetores *Auto-Regressivos* (VAR)

- BASTOS, P. P. Z. Ascensão e crise do governo Dilma Rousseff e o golpe de 2016: poder estrutural, contradição e ideologia. **Revista de Economia Contemporânea**, Rio de Janeiro, Número Especial sobre Desenvolvimento no Século XXI, p. 1-63, Aug. 2017. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1415-98482017000200209&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-98482017000200209&lng=en&nrm=iso)>. Acessado em 23 Jun 2020 às 11h25.
- BÉNASSY-QUÉRÉ, A., MIGNON, V., PENOT, A., China and the relationship between the oil price and the dollar. **Energy Policy**, v. 35, p. 5795–5805, 2007.
- BLOOMBERG: banco de dados especializado. Disponível apenas para assinantes em <https://www.bloomberg.com.br/solucao/terminal-bloomberg/>. Acesso em: 04 jun. 2016 às 9h16.
- CHEN, S.S.; CHEN, H.C. Oil prices and real exchange rates. **Energy Economics**, v. 29, n.3, p. 390-404, 2007.
- DE MENDONÇA, H.F. Metas para a inflação e taxa de juros no Brasil: uma análise do efeito dos preços livres e administrados. **Revista de Economia Política.**, v.27, n.3, p. 431-451, julho-setembro/2007.
- DIBOGLU, S., Real disturbances, relative prices, and purchasing Power parity. **Journal of Macroeconomics**, v. 18, n.1, p. 69–87, 1996.
- ENDERS, W. **Applied Econometric Time Series.**, New York: John Wiley & Sons. 1995.
- EPE- Empresa de Pesquisa Energética (Brasil). **Balanco Energético Nacional 2016: Ano base 2015/** Empresa de Pesquisa Energética. – Rio de Janeiro: EPE, 2016. 292 p.
- FIGUEREDO, F. M. R; FERREIRA, T.P. (2002). **Os Preços administrados e a Inflação no Brasil**. Brasília: BCB Research Department, dez, 2002. 32 p. (Trabalhos para Discussão, n. 59).
- G1 ECONOMIA. **PETROBRAS poderá reajustar preços de combustíveis todo dia para recuperar mercado**. Em 30 de junho de 2017. Disponível em: <<https://g1.globo.com/politica/noticias/petrobras-podera-reajustar-precos-de-gasolina-e-diesel-diariamente.ghtml>> Acesso em: 25 out 2017 às 22h15.
- GREEN, S. L., MORIKAWA, K.A. Toward efficiency in the crude-oil market. **Journal of Applied Econometrics**. v.6, p.45-66, 1991.
- GUJARATI, D. N. **Econometria Básica**. São Paulo: MAKRON Books, 2000.
- HANNAN, E. J.; QUINN B.G. The Determination of the Order of an Autoregression. **Journal of the Royal Statistical Society**, v.41, n. 2, p. 190-195, 1979.
- HENRIQUES, I., & SADORSKY, P. Oil prices and the stock prices of alternative energy companies. **Energy Economics**, v.30, n.3, p. 998-1010, 2008.
- KRUGMAN, P., Oil shocks and exchange rate dynamics. In: Frenkel, J.A. (Ed.), **Exchange Rates and International Macroeconomics**. University of Chicago Press, Chicago, 1983.
- Lei n. 9.478**(06 de agosto de 1997). Dispõe sobre a política energética nacional, as atividades relativas ao monopólio do petróleo, institui o Conselho Nacional de Política Energética e a Agência Nacional do Petróleo e dá outras providências. Brasília, DF. Recuperado em 28 ago 2017 de [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9478.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9478.htm)

Causalidade entre Petróleo, Câmbio e Commodities  
Energéticas: Abordagem com Vetores *Auto-Regressivos* (VAR)

- LIMA, P.C.R. **Preços dos Combustíveis no Brasil**. Brasília: Câmara dos Deputados. Disponível em: <[http://www2.camara.leg.br/a-camara/documentos-e-pesquisa/estudos-e-notas-tecnicas/areas-da-conle/tema10/2005\\_3616.pdf](http://www2.camara.leg.br/a-camara/documentos-e-pesquisa/estudos-e-notas-tecnicas/areas-da-conle/tema10/2005_3616.pdf)> Acesso em: 26 ago 2017.às 10h23.
- LIZARDO, R.A., MOLLICK, A.V. Oil price fluctuations and U.S. dollar exchange rates. **Energy Economics**. v. 32, p.399–408, 2010.
- MANAGI, S.; OKIMOTO, T. Does the price of oil interact with clean energy prices in the stock market?.**Japan and the World Economy**, v. 27, 1-9, 2013.
- MONTELLA, N. **Economia Passo a Passo**.Rio de Janeiro: Qualitymark, 2004.
- MOREIRA, J. R.; GOLDEMBERG, J.The alcohol program. **Energy Policy**, v.27, n. 4, p. 229-245, 1999.v
- MORK, K.A. Oil and the Macroeconomy When Prices go up and down: An extension of hamilton's results. **Journal of Political Economy**, v.97, n.3, p.740–744, 1989.
- NARAYAN, P.K., NARAYAN, S., PRASAD, A., Understanding the oil price-exchange rate nexus for the Fiji islands. **EnergyEconomics**., v.30, p.2686–2696, 2008.
- NASSAR, A. **Petróleo, o grande culpado**. **beefpoint.com**. 2008. Disponível em: <<http://www.beefpoint.com.br/cadeia-produtiva/comercio-internacional/petroleo-o-grande-culpado-44360/>>. Acesso em: 06 mar. 2016.às 17h26.
- OLIVEIRA, A. C. **Análise da evolução das formas de competição do mercado de gás liquefeito de petróleo no Brasil: 1990 – 2004**. Dissertação de Mestrado em Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ. Brasil.2006.82 p
- PINDYCK, R. e RUBINFELD, D. **“Econometria: Modelos e Previsões”**., Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.
- PLOURDE, A., WATKINS, G.C., Crude oil prices between 1985 and 1994: how volatile in relation to other commodities? **Resourceand Energy Economics**. v. 20, p. 245–262, 1998.
- REBOREDO, J.C., RIVERA-CASTRO, M. A., UGOLINE, A., Wavelet-based test of co-movement and causality between oil and renewable energy stock prices. **Energy Economics**. v. 61, p. 241–252, 2017.
- REGNIER, E., Oil and energy price volatility. **Energy Economics**, v. 29, p. 405–427, 2007.
- ROGOFF, K., Oil, Productivity, Government Spending and the Real Yen-dollar Exchange Rate. **Working Paper**, No. 91–06.Federal Reserve Bank of San Francisco, San Francisco, Ca. 1991.
- SCHWARZ, G. Estimating the dimension of a model. **Annals of statistics**,v.6, n.2, p. 461-464, 1978.
- SHAMBORA,W.E.; ROSSITER, R. Are there exploitable inefficiencies in the futures market for oil? **Energy Economics**. v. 29, p. 18–27, 2007.
- SILVA JÚNIOR, L.H., LIMA, R.C., SAMPAIO, Y., Inter-relações entre preços do açúcar no mercado internacional e no mercado do nordeste. **Revista Desenhahia**. v. 8, p. 71-93, 2008.
- SILVA, C. C.; MUNIZ, L. M.; SILVA, N. G. A.; ALMEIDA, R. S.; FIGUEIREDO, N. R. M. Investigando a Assimetria e Hysteresis nos Preços dos Combustíveis no Mercado Brasileiro:

Causalidade entre Petróleo, Câmbio e Commodities  
Energéticas: Abordagem com Vetores *Auto-Regressivos* (VAR)

Uma abordagem através dos Modelos Threshold e Arima. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 48., 2010, Campo Grande (MS). **Anais...**p. 1-21, Piracicaba: SOBER, 2010.

SILVANI, R. R. **Investigando a Assimetria na transmissão dos preços dos combustíveis no Estado de São Paulo**. Dissertação de Mestrado, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, Brasil. 2016. 74p.

SILVANI, R. R.; BURNSQUIST, H. L.; RAFAEL, L. J. **Investigando a Assimetria na transmissão dos preços dos combustíveis no Estado de São Paulo**. In: II SEMINÁRIO CIENTÍFICO DA FACIG e I JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 2016, São Paulo (SP).

SILVEIRA, J. P.; PINTO JR. H. O. Aspectos teóricos de Regulação Econômica: Controle dos Preços. **ANP**, 1999.

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

SPRINGER DE FREITAS, P, MINELLA, A. E RIELLA, G. **Metodologia de Cálculo da Inércia Inflacionária e dos Efeitos do Choque dos Preços Administrados**. Brasília: BCB, julho 2002, 06 p. (Notas Técnicas n. 22).

STOCK, J. H., & WATSON, M. W. Vector autoregressions. **The Journal of Economic Perspectives**, v. 15, n.4, p. 101-115, 2001.

WU, C.-C., CHUNG, H., CHANG, Y.-H., The economic value of comovement between oil price and exchange rate using copula based GARCH models. **Energy Economics**, v. 34, p. 270–282, 2012.

ZHANG, D., Oil shock and economic growth in Japan: A nonlinear approach. **Energy Economics**, v. 30, p. 2374–2390, 2008.

ZHANG, Y.-J., FAN, Y., TSAI, H.-T., WEI, Y.-M., Spillover effect of US dollar exchange rate on oil prices. **Journal of Policy Modeling**, v. 30, p. 973–991, 2008.