

# DETERMINANTES DAS EXPORTAÇÕES BRASILEIRAS DE PETRÓLEO: UMA APLICAÇÃO ARDL E NARDL\*

*Determinants of Brazilian oil exports: an ARDL and NARDL approach*

Rafael Moraes de Sousa<sup>†</sup>

Michele Polline Veríssimo<sup>‡</sup>

## Resumo

Verifica-se um aumento expressivo da participação do petróleo (bruto) nas exportações brasileiras ao longo dos anos 2000, com o produto passando a ocupar a segunda posição na pauta exportadora em 2019. Neste contexto, este artigo investiga os principais determinantes de curto e longo prazos das exportações brasileiras de petróleo, considerando o efeito de variáveis do lado da demanda (renda, preços e taxa de câmbio) e da oferta (descoberta das reservas do Pré-sal e Operação Lava Jato). Para isso, são estimados modelos ARDL e NARDL com dados trimestrais de 2000 a 2019. Os resultados obtidos apontam que as exportações brasileiras de petróleo se beneficiam, principalmente, do aumento dos preços internacionais do produto no curto e no longo prazo. No longo prazo, as exportações de petróleo também são favorecidas pela expansão da capacidade produtiva mediante a exploração das reservas do Pré-sal e a maior confiança dos agentes econômicos em decorrência da Operação Lava Jato.

**Palavras-chave:** Exportações; Petróleo; Brasil; Modelos ARDL e NARDL.

**Classificação JEL:** F14; O13.

## Abstract

An expressive increase in the share of (crude) oil in Brazilian exports is verified throughout the 2000s, with the product taking the second position in the export basket in 2019. In this context, this paper investigates the main short and long-run determinants of Brazilian oil exports, considering the effects of variables on the demand side (income, prices and exchange rate) and supply side (discovery of pre-salt reserves and Operation Lava Jato). For this, it estimates ARDL and NARDL models with quarterly data from 2000 to 2019. The results obtained point out that Brazilian oil exports benefit, above all, from the high international prices in the short and long run. In the long-run, oil exports are also favored by the expansion of productive capacity through the exploitation of pre-salt reserves and greater confidence of economic agents resulting from Operation Lava Jato.

**Keywords:** Exports; Oil; Brazil; ARDL e NARDL models.

**JEL Classification:** F14; O13.

---

\* Os autores agradecem à Capes e ao CNPq pelo apoio financeiro.

<sup>†</sup> Doutorando pelo Programa de Pós-graduação em Economia da Universidade Federal de Uberlândia, bolsista da Capes, rafaelmsousa1@hotmail.com.

<sup>‡</sup> Professora do Instituto de Economia e Relações Internacionais da Universidade Federal de Uberlândia, micheleverissimo@ufu.br.

## 1. Introdução

Verifica-se um expressivo aumento das exportações brasileiras de bens primários, a partir dos anos 2000 (Castilho e Nassif, 2018), estimuladas por um quadro de elevação das cotações das principais *commodities* no mercado internacional, como petróleo, metais e, em menor extensão, *commodities* agrícolas (Prates e Marçal, 2008) e do aumento da demanda externa, impulsionada pelo crescimento mundial liderado pela economia chinesa (APEX-Brasil, 2011). Embora grande parte da pauta comercial brasileira seja constituída por *commodities* de origem mineral e agrícola, destaca-se o crescimento da participação relativa de um recurso de matriz energética, o petróleo, que, segundo dados do Ministério da Economia-Secex (2020), passa de 1,3% em 2000 para 11,7% em 2019, tornando-se o segundo produto mais exportado pelo Brasil nesse último ano.

Neste contexto, o aumento do preço do petróleo, a partir de 2004 (APEX-Brasil, 2011), e a descoberta de reservas do produto nas camadas do Pré-sal em fins de 2006 (Petrobras, 2020) contribuíram para fomentar discussões sobre os possíveis efeitos da exploração do petróleo sobre o desempenho da economia brasileira, em duas vertentes principais. A primeira tem o foco na geração de riqueza e obtenção de maior autonomia em relação ao uso da fonte energética com o avanço do país como um grande produtor e exportador de petróleo, diminuindo a dependência em relação às importações. Além disso, a atividade tem o potencial de alavancar a cadeia produtiva, que é intensiva em conhecimento e tecnologia, estimulando gastos com Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e a inovação no país (Furtado, 2013).

A segunda aponta para o receio quanto ao aprofundamento do padrão de especialização da economia em bens primários (reprimarização). Tal perspectiva é baseada na Teoria da Maldição dos Recursos Naturais, sob o argumento de que a especialização das exportações em *commodities*, seja pela descoberta de novas fontes de recursos ou pela valorização dos preços, contribui para a obtenção de menores taxas de crescimento econômico no longo prazo (Sachs e Warner, 1995). Conforme Bresser-Pereira e Marconi (2008), isso decorre do redirecionamento dos

recursos produtivos (capital e trabalho) para a produção de bens primários, diminuindo a participação relativa da indústria na geração de produto e emprego (desindustrialização). Ainda, conforme tais autores, a entrada de divisas oriundas da exportação de recursos naturais pode conduzir à sobreapreciação da taxa de câmbio real, reduzindo a competitividade do setor industrial, especialmente o de maior conteúdo tecnológico, o qual exige uma taxa de câmbio mais depreciada para compensar a sua inserção no mercado internacional, culminando nos efeitos da chamada “Doença Holandesa”.

Além dos fatores supracitados, a concentração da produção e das exportações em bens primários sujeita a economia à alta volatilidade de preços e à baixa elasticidade-renda de longo prazo da demanda daqueles bens, gerando incertezas quanto à obtenção de receitas para sustentar os gastos públicos e os investimentos, e, em consequência, prejudicando o crescimento econômico (Sachs e Warner, 1995). Outro obstáculo perpassa pela qualidade das instituições, visto a existência de evidências empíricas, tais como em Sala-i-Martin e Subramanian (2003), Mehlum et al. (2006), Arezki e van der Ploeg (2007), e Mulwa e Mariara (2016), de que países com recursos naturais abundantes e instituições frágeis (como é o caso da Nigéria, dentre outros) possuem uma atuação irregular na apropriação das vantagens potenciais de seus recursos. Isso se deve à má gestão de contratos, políticas protecionistas aos setores primários, corrupção e alocação de recursos em atividades não produtivas, dentre outros fatores (APEX-Brasil, 2011).

Considerando o contexto exposto, o presente artigo pretende investigar os efeitos de curto e longo prazo de variáveis geralmente apontadas pela literatura de comércio internacional como fatores que influenciam o desempenho exportador de um país<sup>1</sup>, aplicando ao caso do petróleo (óleo bruto) brasileiro. O objetivo é estimar uma função de exportação do petróleo que incorpora os efeitos de variáveis ligadas à demanda (preços, renda mundial e taxa de câmbio real) e à oferta (descoberta de novas fontes e estado de confiança dos agentes em razão da Operação Lava Jato).

---

<sup>1</sup> As teorias tradicionais de comércio internacional destacam como principais variáveis que influenciam as exportações a taxa de câmbio, a relação entre preços externos e internos, a renda (demanda) externa, além de impostos e subsídios. Neste sentido, existem diversos trabalhos empíricos que analisam a relação entre tais variáveis e as exportações para o Brasil e diversos países, tal como pode ser visto em Zini Jr (1988), Nakabashi et al. (2008), Schettini et al. (2012), dentre outros.

Para isso, utiliza a metodologia de cointegração pela estimação de modelos Autorregressivos de Defasagens Distribuídas lineares (ARDL) e não lineares (NARDL), com dados do período de 2000 a 2019.

O artigo contribui ao preencher uma lacuna na literatura, visto a carência de trabalhos que abordem empiricamente os principais determinantes das exportações brasileiras de petróleo, sobretudo, no que tange à análise dos efeitos da descoberta de novas reservas do produto (Pré-sal), e também da crise de confiança enfrentada no país com a deflagração da Operação Lava Jato em março de 2014. O receio de que as receitas obtidas com as exportações de petróleo sejam utilizadas para promover a corrupção afeta o estado de confiança dos agentes. Neste sentido, a Operação Lava Jato, que trouxe à tona os vultosos desvios de recursos da Petrobras utilizados para financiar um grande esquema de corrupção envolvendo empresários e políticos, possui uma faceta positiva ao traduzir um sentimento de combate à corrupção no país. Por outro lado, generaliza um cenário de desconfiança em relação às instituições brasileiras (governo e Petrobras), colaborando para a queda dos investimentos que afetam significativamente a atividade petrolífera e a economia como um todo.

Ainda, o artigo pretende contribuir, a partir dos resultados obtidos, para inferir sobre a sustentação do desempenho da atividade no longo prazo, visto que algumas das variáveis que explicam os resultados recentes das exportações do petróleo, como preço e taxa de câmbio, apresentam natureza cíclica e volátil, podendo sofrer reversão da atual trajetória ao longo do tempo.

O artigo está estruturado em três seções, além dessa introdução e das considerações finais. A segunda seção revisa a literatura que trata das variáveis relevantes para especificação de uma função (modelo) de exportação, sobretudo, baseada em recursos naturais. A terceira apresenta a metodologia, os modelos estimados e os dados utilizados. A quarta seção discute os principais resultados obtidos.

## **2. Revisão da literatura sobre modelos de exportação**

Os trabalhos empíricos normalmente utilizam duas maneiras diferentes para estimar funções de exportações. Uma delas considera apenas elementos do lado da

demanda, com base em medidas para o preço relativo e a renda mundial. A outra envolve uma equação de oferta, considerando medidas para os custos dos insumos e/ou fatores de produção, utilização da capacidade e produto potencial. Zini Jr. (1988) e Schettini et al. (2012) destacam que a estratégia de estimação mais difundida na literatura é a de se combinar, em uma única equação, variáveis que aparecem em equações de oferta e demanda, envolvendo a estimação de uma forma reduzida.

Nestes termos, diversos trabalhos têm procurado avaliar empiricamente os fatores que explicam o crescimento das exportações brasileiras, destacando a relevância dos preços, da taxa de câmbio e da renda (demanda) externa, dentre outras variáveis. Portanto, esta seção apresenta uma breve revisão da literatura que aborda as principais variáveis que embasam o modelo empírico proposto neste artigo.

Nakabashi et al. (2008), por exemplo, verificam, mediante o método dos mínimos quadrados iterativos com redistribuição de pesos, os efeitos da taxa de câmbio, da taxa de juros e do crescimento mundial sobre as exportações brasileiras no período de 1996 a 2007. Os resultados apontam que os setores baseados em recursos naturais e em ciência foram os mais favorecidos pelo crescimento dos principais parceiros comerciais do país e não sofreram com as variações das taxas de câmbio e de juros.

Por meio do modelo de *constant market share* (CMS), Carvalho e Silva (2008), analisando o período de 1991 a 2003, concluem que as exportações agrícolas brasileiras apresentaram crescimento acima do potencial, principalmente em razão do aumento expressivo da competitividade atribuída à apreciação cambial.

Mortatti et al. (2011), utilizando um modelo de autorregressão vetorial com correção de erro (VECM) para dados do período 1995-2008, identificam um alto poder explanatório da variável renda externa e da utilização da capacidade produtiva sobre a dinâmica das exportações brasileiras de produtos agrícolas, minerais e industriais para a China, com menor relevância da taxa de câmbio e dos preços relativos.

O trabalho de Weis e Cunha (2011) utiliza o método Almon Lag, com dados do período 1994-2008, para examinar as relações entre taxa de câmbio real, exportações e crescimento econômico. Os autores confirmam uma relação direta da

taxa de câmbio real sobre o volume das exportações, sugerindo a contribuição de uma taxa de câmbio competitiva para incentivar o setor exportador, especialmente de bens manufaturados.

Bittencourt e Campos (2014) estimam modelos de vetores autorregressivos (VAR) no período de 2001 a 2011 para captar a relação entre as exportações agropecuárias brasileiras, o investimento direto estrangeiro no setor, a renda mundial e a taxa de câmbio real. Os resultados revelam a maior importância da renda externa para explicar a variância das exportações agropecuárias brasileiras, com pouca participação do investimento direto estrangeiro, e influência indireta do câmbio por meio de seus efeitos sobre a renda mundial.

As evidências obtidas por Oliveira et al. (2015), em análise para os anos de 2000 a 2011 por vetores de correção de erros (VECM), assinalam a relevância da taxa de câmbio real, da renda mundial e da taxa de juros sobre o desempenho de longo prazo das exportações do mel de abelha brasileiro, com certa defasagem de tempo para que os desequilíbrios de curto prazo ocorridos sejam corrigidos no longo prazo.

Amaral et al. (2017) utilizam o método de decomposição para analisar os determinantes do crescimento das exportações brasileiras, em especial, de produtos primários e manufaturas baseadas em recursos naturais, no período de 1995 a 2014, indicando preponderância dos efeitos ligados à renda mundial.

Andrade e Vieira (2018) estimam a influência da taxa de câmbio real efetiva, da renda externa e do preço internacional das *commodities* sobre as exportações dos estados da região Nordeste entre 1999 e 2012 utilizando modelos de vetores autorregressivos (VAR). Os autores destacam que as exportações dos estados do Nordeste são explicadas predominantemente por sua própria dinâmica (81%), seguidas pelo preço das *commodities* (8,2%), pela renda dos parceiros comerciais (5,8%), e pela taxa de câmbio (4%).

Gobi et al. (2018), com o uso de vetores de correção de erros estimados para o período 2000-2015, verificam que a taxa de câmbio real, o grau de abertura comercial e a renda externa contribuíram positivamente para os saldos comerciais dos setores de carne bovina e de frango para o Brasil.

Para o caso do petróleo, há maior dificuldade em se encontrar estudos empíricos que se propõem a discutir os fatores determinantes do desempenho exportador do produto, tal como fazem os estudos anteriormente relatados para a dinâmica exportadora, no geral ou para produtos específicos, sobretudo, ligados ao agronegócio.

Neste sentido, por exemplo, o estudo de Souza (2006) pontua, em análise descritiva do setor no período de 1965 a 2004, que o preço do produto é determinante para o desempenho da indústria do petróleo e da economia mundial, mas não avança em uma metodologia quantitativa para captar tal efeito.

Martins e Veríssimo (2013), utilizando indicadores de vantagens comparativas com dados do período 2000-2012, argumentam que, embora a participação do petróleo na pauta comercial brasileira seja relativamente baixa no período analisado, possui uma tendência crescente, identificando sinais futuros de uma especialização nas exportações brasileiras de petróleo. Todavia, os autores não quantificam os fatores que possam justificar esse avanço da participação do petróleo nas exportações do país.

Hoff (2016) emprega estatística descritiva para investigar os efeitos do petróleo, do câmbio e da recessão sobre a recuperação da balança comercial brasileira em 2015, destacando a relevância do comércio externo de combustíveis e da queda do nível de atividade econômica, somada à depreciação cambial, para a obtenção de melhora do saldo comercial.

Portanto, existem lacunas na literatura sobre modelos de determinação das exportações que tratem do caso relativo ao petróleo brasileiro, sendo que este artigo pretende dar a sua contribuição neste sentido, tanto em termos dos objetivos investigados, quanto do método aplicado. Nesta direção, em vista da revisão dos trabalhos que discutem os determinantes do desempenho das exportações em geral, considera-se relevante quantificar empiricamente os efeitos de curto e longo prazos e das assimetrias de variáveis citadas pela literatura supracitada como fatores determinantes para estimar uma função de exportação.

Para isso, o artigo inova em relação à literatura existente pela metodologia adotada, ao estimar modelos de Vetores Autorregressivos de Defasagens

Distribuídas lineares (ARDL) e não lineares (NARDL). Tal metodologia é considerada relevante para a investigação proposta, visto que permite captar diferenças nos determinantes do desempenho das exportações do petróleo brasileiro no curto e no longo prazo, sinalizando se o atual comportamento das exportações é capaz de se manter robusto ao longo do tempo, e se os efeitos de algumas das variáveis analisadas são assimétricos.

Em termos dos objetivos, este artigo atribui papel central às variáveis que descrevem a dinâmica do lado da demanda por meio da influência dos preços, da renda (demanda) mundial e da taxa de câmbio para explicar empiricamente as exportações do petróleo brasileiro. Todavia, também é relevante considerar elementos do lado da oferta, os quais afetam a capacidade de produzir e exportar. Nestes termos, o artigo inova ao tomar os efeitos da descoberta das reservas de petróleo no Pré-sal e ainda do estado de confiança dos agentes no contexto econômico e político vivenciado no país a partir da deflagração da Operação Lava Jato que afetou os investimentos, a produção e a exportação do produto. As relações esperadas entre tais variáveis são descritas na seção a seguir.

### 3. Metodologia e dados

A análise empírica dos determinantes de curto e longo prazo das exportações brasileiras de petróleo será efetivada mediante a estimação de Modelos Autorregressivos de Defasagens Distribuídas (ARDL) aplicados à cointegração, propostos por Pesaran e Shin (1999) e Pesaran et al. (2001).

A metodologia ARDL é escolhida devido às vantagens apresentadas sobre os modelos de vetores autorregressivos (VAR) e os testes de cointegração tradicionais (Engle-Granger ou Johansen), com vetores de correção de erros (VEC), comumente utilizados na literatura para se estimar os determinantes das exportações brasileiras revisada na seção anterior deste artigo.

A justificativa é que os modelos ARDL tendem a ser mais eficientes para captar relações de longo prazo em amostras menores de dados, e podem ser aplicados em um conjunto de variáveis com diferentes ordens de integração, sejam estacionárias  $I(0)$  ou não estacionárias  $I(1)$ , além de serem capazes de selecionar as



melhores defasagens para cada uma das variáveis inseridas nos modelos. Tais elementos constituem um avanço em relação aos modelos de cointegração com correção vetorial, empregados com recorrência pela literatura para estimar funções de exportação, visto que este último método requer o uso de variáveis I(1) e utiliza as mesmas defasagens para todas as variáveis. Ademais, a metodologia ARDL supera os modelos VAR, que são ateóricos, e captam apenas as relações de curto prazo entre as variáveis, além de possuírem estimativas sensíveis ao número de defasagens utilizadas nos modelos.

A metodologia ARDL consiste na verificação da existência de vetores de longo prazo entre um conjunto de variáveis. Confirmada esta relação, estimam-se os coeficientes de longo e curto prazos dos modelos, bem como a velocidade de ajustamento ao equilíbrio de longo prazo. Para tanto, o modelo ARDL é estimado na forma de vetores de correção de erros (ARDL-ECM), que pode ser especificado da seguinte maneira:

$$\Delta y_t = \alpha_0 + \alpha_1 T + \beta_1 y_{t-1} + \beta_2 x_{t-1} + \sum_{i=0}^n \Phi_{1i} \Delta y_{t-i} + \sum_{i=0}^p \Phi_{2i} \Delta x_{t-i} + \varepsilon_t \quad (1)$$

sendo  $y_t$  a variável dependente,  $\alpha_0$  o intercepto e  $\alpha_1 T$  o termo de tendência,  $x$  as variáveis independentes,  $\beta_i$  os parâmetros de longo prazo,  $\Phi_i$  os parâmetros de curto prazo e  $\varepsilon_t$  os termos de erro.

Para testar a existência de associação entre a variável dependente e as variáveis explicativas, Pesaran et al. (2001) utilizam um teste Wald (teste-F) de limites para analisar a significância conjunta dos parâmetros de longo prazo dos modelos. Estes testes ajudam a corrigir problemas de endogeneidade e de correlação das séries, sendo válidos independente da estacionariedade das variáveis.

Entretanto, sob hipótese nula de não cointegração, as estatísticas possuem distribuições assintóticas não padronizadas. Desta forma, Pesaran et al. (2001) desenvolvem um conjunto de valores críticos (*Bounds limits*), em que os regressores são considerados todos I(0) (limite inferior) ou todos I(1) (limite superior). O teste é realizado comparando a estatística F com os limites das bandas definidas anteriormente. Posto isto, se a estatística F obtida estiver abaixo do valor crítico, não há cointegração dos regressores. Se a estatística F estiver acima dos limites, pode-se inferir que há cointegração entre eles. Caso a estatística F esteja dentro do intervalo

das bandas, o teste é inconclusivo, exigindo informações adicionais sobre a ordem de integração das variáveis.

Deste modo, para testar os efeitos das principais variáveis expostas pela literatura como determinantes das exportações de petróleo, pretende-estimar as seguintes equações:

Modelo ARDL 1 – Exportações (em valor) de petróleo bruto

$$\begin{aligned} \Delta EXP = & \alpha_0 + \alpha_1 T + \beta_1 EXP_{t-1} + \beta_2 RM_{t-1} + \beta_3 PREC_{t-1} + \beta_4 TCREF_{t-1} + \\ & \beta_5 DPRESAL_{t-1} + \beta_6 DLAVA_{t-1} + \sum_{i=0}^n \phi_1 \Delta EXP_{t-i} + \sum_{i=0}^p \phi_2 RM_{t-i} + \\ & \sum_{i=0}^q \phi_3 \Delta PREC_{t-i} + \sum_{i=0}^r \phi_4 \Delta TCREF_{t-i} + \sum_{i=0}^s \phi_5 \Delta DPRESAL_{t-i} + \\ & \sum_{i=0}^u \phi_6 \Delta DLAVA_{t-i} + \varepsilon_t \end{aligned} \quad (2)$$

Modelo ARDL 2 – Participação (%) do petróleo bruto nas exportações totais

$$\begin{aligned} \Delta PART = & \alpha_0 + \alpha_1 T + \beta_1 PART_{t-1} + \beta_2 RM_{t-1} + \beta_3 PREC_{t-1} + \beta_4 TCREF_{t-1} + \\ & \beta_5 DPRESAL_{t-1} + \beta_6 DLAVA_{t-1} + \sum_{i=0}^n \phi_1 \Delta EXP_{t-i} + \sum_{i=0}^p \phi_2 RM_{t-i} + \\ & \sum_{i=0}^q \phi_3 \Delta PREC_{t-i} + \sum_{i=0}^r \phi_4 \Delta TCREF_{t-i} + \sum_{i=0}^s \phi_5 \Delta DPRESAL_{t-i} + \\ & \sum_{i=0}^u \phi_6 \Delta DLAVA_{t-i} + \varepsilon_t \end{aligned} \quad (3)$$

As variáveis dependentes dos modelos consistem nas exportações de petróleo bruto (não inclui derivados) mensurada em duas formas distintas: i) por valores exportados; e ii) pela participação na pauta de exportações. Cabe destacar que as duas formas de mensuração da variável dependente se justificam como uma medida adotada para captar a robustez dos resultados, visto que o valor exportado de petróleo bruto é uma medida de desempenho da atividade, e a participação do petróleo bruto nas exportações é uma medida de grau de especialização. As séries de exportações de petróleo bruto (EXP) e das exportações totais são expressas em dólares (US\$) deflacionadas pelo Índice de Preços por Atacado dos Estados Unidos (IPA) para preços constantes de 2010.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> A escolha do IPA como deflator se justifica por sua composição conter a variação dos preços dos bens transacionáveis.

As variáveis explicativas que afetam as exportações, conforme indicado pela revisão da literatura empírica, se encontram sistematizadas no Quadro 1.

**Quadro 1 – Definição das variáveis utilizadas**

Variáveis	Definição	Fonte	Sinal esperado
EXP	Exportações de óleos brutos de petróleo (US\$)	MDIC/SECEX	*
PART	Participação do óleo bruto de petróleo nas exportações do Brasil - (%)	MDIC/SECEX	*
RM	Importações mundiais (US\$)	IMF	Positivo
PREC	Preço do crude oil (índice média 2010 = 100)	UNCOMTRADE	Positivo
TCREF	Taxa de câmbio real efetiva - extração de petróleo e gás natural (índice média 2010 = 100)	IPEADATA	Positivo
DPRESAL	<i>Dummy</i> para a descoberta do Pré-sal (assume o valor 1 a partir de 2006)	Elaboração própria	Positivo
DLAVA	<i>Dummy</i> para a Operação Lava Jato (assume o valor 1 a partir de 2014)	Elaboração própria	Positivo

Fonte: Elaboração própria

Como *proxy* para a renda mundial (RM), utiliza-se os dados de importações mundiais, em US\$ deflacionado pelo IPA (2010 = 100), fornecidos pelo IMF. Tal *proxy* sinaliza o aumento das importações de petróleo como reflexo do crescimento da renda (demanda) mundial. É razoável presumir que, em períodos de expansão da produção industrial e de maior liquidez internacional, haja crescimento das importações mundiais. Assim, espera-se que as *commodities* energéticas se favoreçam desse contexto.

Para os preços (PREC), é utilizada a série extraída da base do UNCOMTRADE referente à evolução do preço do petróleo bruto. Espera-se que o aumento dos preços internacionais do petróleo, ao elevar a rentabilidade da atividade, estimule a produção e as exportações do produto.

Para medir a competitividade relativa no mercado internacional, é utilizada a taxa de câmbio efetiva real (TCREF) relacionada à extração de petróleo e gás natural, cuja fonte é o IPEADATA. O cálculo da variável considera um fator de ponderação da participação de cada parceiro comercial na compra de petróleo. Espera-se que uma taxa de câmbio real depreciada aumente a competitividade do petróleo brasileiro no mercado internacional, estimulando as exportações.

Para captar as decisões do lado da oferta, a variável *dummy* DPRESAL representa a descoberta de uma nova fonte do recurso natural. Neste caso, o sinal esperado é positivo, pois a descoberta das reservas do Pré-sal, a partir de 2007, ampliou as expectativas de aumento da produção nacional e, conseqüentemente, da capacidade de exportar.

Também é adicionada a variável *dummy* DLAVA, cuja intenção é captar os efeitos sobre o estado de confiança dos agentes na economia e nas instituições (governo e Petrobras) em razão da deflagração da Operação Lava Jato, a partir de 2014. O sinal esperado para a variável também é positivo, visto que práticas de combate à corrupção tendem a melhorar a confiança dos agentes econômicos (percepção sobre a qualidade das instituições) e contribui para estimular as decisões de investir, produzir e exportar petróleo.

Ainda, são estimadas as versões não-lineares dos modelos ARDL supracitados, ou seja, o NARDL, conforme Shin et al. (2014). Neste caso, considerando que a taxa de câmbio real efetiva (TCREF) pode apresentar desalinhamento em relação ao seu valor de equilíbrio de longo prazo, a variável é substituída pelas decomposições parciais positiva (TCREF<sup>+</sup>) e negativa (TCREF<sup>-</sup>) para introduzir as não linearidades de curto e longo prazos da variável sobre as exportações brasileiras de petróleo.

Para a decomposição parcial positiva (depreciação), tem-se que  $TCR^+ = \sum_{i=1}^t \Delta TCR^+ = \sum_{i=1}^t \max(TCR_i, 0)$ , enquanto para a decomposição parcial negativa (apreciação), tem-se que  $TCR^- = \sum_{i=1}^t \Delta TCR^- = \sum_{i=1}^t \min(TCR_i, 0)$ . Tais decomposições são calculadas por meio do filtro Hodrick-Prescott. O objetivo é captar se existem diferenças (assimetrias) entre episódios de câmbio real depreciado ou apreciado sobre o desempenho das exportações brasileiras de petróleo. Se as duas

variáveis carregarem o mesmo sinal no coeficiente e mesma magnitude, os efeitos são considerados simétricos. Caso ocorra o contrário, os efeitos são assimétricos.

Os modelos NARDL são estimados mediante as seguintes especificações:

Modelo NARDL 3 – Exportações (em valor) de petróleo bruto

$$\begin{aligned} \Delta EXP = & \alpha_0 + \alpha_1 T + \beta_1 EXP_{t-1} + \beta_2 RM_{t-1} + \beta_3 PREC_{t-1} + \beta_4 TCREF_{t-1}^+ + \\ & \beta_5 TCREF_{t-1}^- + \beta_6 DPRESAL_{t-1} + \beta_7 DLAVA_{t-1} + \sum_{i=0}^n \phi_1 \Delta EXP_{t-i} + \\ & \sum_{i=0}^p \phi_2 RM_{t-i} + \sum_{i=0}^q \phi_3 \Delta PREC_{t-i} + \sum_{i=0}^r \phi_4 \Delta TCREF_{t-i}^+ + \sum_{i=0}^s \phi_5 \Delta TCREF_{t-i}^- + \\ & \sum_{i=0}^v \phi_6 \Delta DPRESAL_{t-i} + \sum_{i=0}^z \phi_7 \Delta DLAVA_{t-i} + \varepsilon_t \end{aligned} \quad (4)$$

Modelo NARDL 4 – Participação (%) do petróleo bruto nas exportações totais

$$\begin{aligned} \Delta PART = & \alpha_0 + \alpha_1 T + \beta_1 PART_{t-1} + \beta_2 RM_{t-1} + \beta_3 PREC_{t-1} + \beta_4 TCREF_{t-1}^+ + \\ & \beta_5 TCREF_{t-1}^- + \beta_6 DPRESAL_{t-1} + \beta_7 DLAVA_{t-1} + \sum_{i=0}^n \phi_1 \Delta EXP_{t-i} + \\ & \sum_{i=0}^p \phi_2 RM_{t-i} + \sum_{i=0}^q \phi_3 \Delta PREC_{t-i} + \sum_{i=0}^r \phi_4 \Delta TCREF_{t-i}^+ + \sum_{i=0}^s \phi_5 \Delta TCREF_{t-i}^- + \\ & \sum_{i=0}^v \phi_6 \Delta DPRESAL_{t-i} + \sum_{i=0}^z \phi_7 \Delta DLAVA_{t-i} + \varepsilon_t \end{aligned} \quad (5)$$

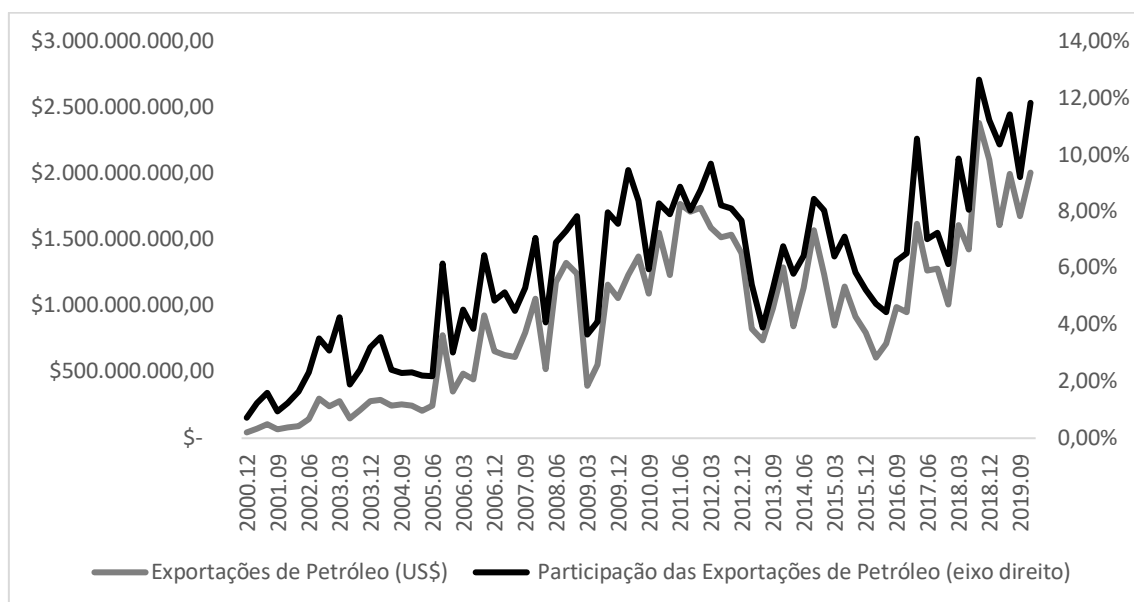
Os modelos utilizam dados do período que compreende o primeiro trimestre de 2000 até o último trimestre de 2019. As variáveis são trabalhadas em logaritmo natural, com intuito de captar as elasticidades.

## 4. Resultados

○ Gráfico 1, a seguir, ilustra o desempenho trimestral das duas principais variáveis de análise deste artigo, quais sejam, o valor exportado de petróleo (óleo bruto) e a participação do produto na pauta exportadora brasileira, no período de 2000 a 2019. Verifica-se que as exportações brasileiras de petróleo apresentaram crescimento expressivo tanto em valor, como em porcentagem das exportações totais, atingindo 10,7% de participação no último trimestre de 2019. Esse resultado é corroborado pelos dados da Tabela 1, que mostra o desempenho relativo do petróleo quando comparado a outros produtos primários da pauta exportadora brasileira. ○ petróleo, cuja participação na pauta era de 1,3% em 2000, assume a

segunda posição no *ranking* dos produtos brasileiros mais exportados em 2019, correspondendo a 11,7% do total das exportações, sendo superado em relevância apenas pelas vendas externas de soja.

Gráfico 1 – Desempenho das exportações de petróleo bruto (2000-2019)



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do MDIC-Comex Stat (2020).

Tabela 1 – Principais produtos primários exportados pelo Brasil (anos selecionados)

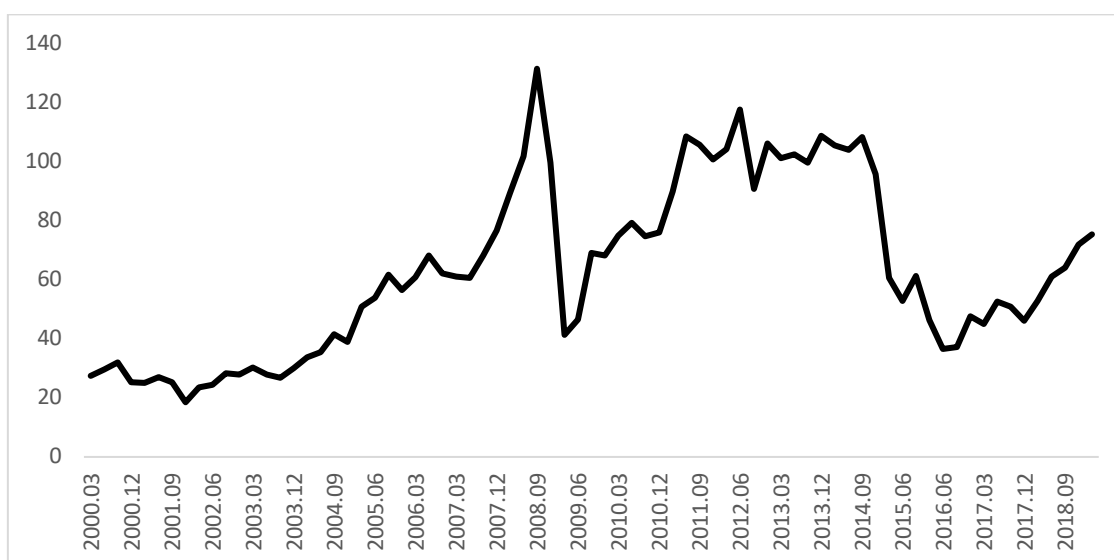
	Valor (US\$ milhões)			Participação nas exportações totais (%)		
	2000	2010	2019	2000	2010	2019
Soja	2.725	11.043	26.077	5,1	6,1	12,6
Petróleo	720	16.293	24.199	1,3	9,0	11,7
Minério de ferro	2.931	28.867	22.680	5,4	16,0	11,0
Carne Bovina	737	3.851	6.546	1,4	2,1	3,2
Café	1.207	5.179	4.575	2,2	2,9	2,2

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do Ministério da Economia-Secex (2020).

O desempenho positivo das exportações de petróleo ao longo dos anos 2000 reflete o avanço na estrutura produtiva decorrente de investimentos realizados na atividade, além do desenvolvimento tecnológico (como a tecnologia para exploração de petróleo em águas profundas) e a descoberta de novas fontes do produto (reservas

do Pré-sal) em 2006 (Caselli, 2013). Esse resultado também foi beneficiado pela escalada dos preços internacionais do petróleo (conforme ilustra o Gráfico 2) e pela demanda global aquecida, como efeito, especialmente, do processo de industrialização e urbanização da China e do crescimento de outras economias emergentes, verificado, sobretudo, no período pré-crise financeira internacional do *Subprime* (2007/2008) (APEX-Brasil, 2011).<sup>3</sup> Por outro lado, o contexto de desconfiança dos agentes em relação ao cenário político e econômico brasileiro que tomou conta do país com a deflagração da Operação Lava Jato desacelerou os investimentos correntes na atividade, contribuindo para refrear as exportações entre 2014 a meados de 2016.

Gráfico 2 – Evolução do preço internacional do petróleo bruto (Brent), em US\$ barril (2000-2019)



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do World Bank (2020).

Para um diagnóstico preliminar sobre as prováveis relações estabelecidas entre as diversas variáveis dos modelos propostos, as Tabelas 2 e 3 apresentam a matriz de correlação de Pearson para as séries analisadas.

<sup>3</sup> Embora haja volatilidade nos preços do petróleo, com quedas mais consideráveis em 2009, em razão da crise do Subprime, e entre 2015 e 2016, em função da descoberta da tecnologia de exploração do óleo de xisto e da política da Arábia Saudita de aumento de oferta do produto, é possível verificar uma tendência de preços elevados para o petróleo em praticamente todo o período de análise.

**Tabela 2 – Correlação de Pearson: Variável dependente - Valor exportado (EXP)**

	EXP	PREC	RM	TCREF	DPRESAL	DLAVA
EXP	1					
PREC	0,50	1				
RM	0,59	0,85	1			
TCREF	-0,54	-0,94	-0,85	1		
DPRESAL	0,49	0,72	0,88	-0,79	1	
DLAVA	0,24	0,07	0,50	-0,11	0,46	1

Fonte: Elaboração própria a partir de estimações no Eviews

Observa-se a existência de correlações positivas entre as duas variáveis de interesse do trabalho, quais sejam, o valor exportado e a participação do petróleo na pauta exportadora, e os preços, a renda mundial, as *dummies* Pré-Sal e Lava Jato. Tais evidências corroboram o sinal esperado para as variáveis apontados no Quadro 1. Apenas no caso da taxa de câmbio real efetiva, é verificada a ocorrência da correlação negativa. Também se verifica que a correção entre as variáveis de desempenho das exportações do petróleo e a *dummy* Lava Jato são relativamente fracas (inferior a 0,30).

**Tabela 3 – Correlação de Pearson: Variável dependente - Participação do petróleo nas exportações (PART)**

	PART	PREC	RM	TCREF	DPRESAL	DLAVA
PART	1					
PREC	0,42	1				
RM	0,51	0,85	1			
TCREF	-0,47	-0,94	-0,85	1		
DPRESAL	0,42	0,72	0,88	-0,79	1	
DLAVA	0,21	0,07	0,50	-0,11	0,46	1

Fonte: Elaboração própria a partir de estimações no Eviews

Os resultados empíricos obtidos no presente estudo são descritos a seguir. Neste sentido, a Tabela 4 apresenta os resultados dos testes de raiz unitária *Augmented Dickey-Fuller* (ADF), *Phillips-Perron* (PP), *Kwiatkowski-Phillips-*



*Schmidt-Shin* (KPSS) e o ADF-break, os quais são tradicionalmente utilizados para identificar a ordem de integração das séries.<sup>4</sup> Cabe informar que todas as estimações são realizadas incluindo a constante e a tendência e as variáveis precedidas por D são analisadas em primeira diferença quando ocorre a rejeição da estacionariedade da série em nível.

**Tabela 4 – Testes de raiz unitária**

	ADF	PP	KPSS	ADF-Break
EXP	-7,24*	-30,13*	0,21	-7,09*
PART	-7,31*	-31,27*	0,63*	-13,95*
RM	-1,20	-1,51	0,26*	-2,94
DRM	-5,21*	-7,64*	0,05	-7,64*
PREC	-1,57	-1,83	0,24*	-4,60
DPREC	-7,29*	-7,16*	0,05	-8,96*
TCREF	-1,47	-1,46	0,28*	-4,21
DTCREF	-6,92*	-6,74*	0,07	-7,25*

Fonte: Elaboração própria a partir de estimações no Eviews

Notas: \* denota rejeição da hipótese nula a 1% de significância estatística, (1) Valores críticos testes ADF e PP: 1% (-4,0784) e 5% (-3,467); (2) Valores críticos teste KPSS: 1% (0,216) e 5% (0,146); (3) Valores críticos testes ADF-Break: 1% (-5,719) e 5% (-5,175)

Para os testes ADF, PP e ADF-Break, a hipótese nula é de que a série possui raiz unitária. Já para o teste KPSS, a hipótese nula é a de que a série é estacionária. No caso desse último teste, a estatística do p-valor não é fornecida. Segundo Greene (2012), deve-se rejeitar a hipótese nula se a estatística de teste é maior que o valor crítico apresentado.

Os resultados dos testes de raiz unitária indicam que as séries EXP (valor exportado) e PART (participação na pauta) são estacionárias em nível. As demais séries se tornam estacionárias quando tomadas em primeira diferença, portanto, são integradas de primeira ordem. Deste modo, o método ARDL se mostra adequado ao estudo em questão por permitir o tratamento de séries com diferentes ordens de integração.

<sup>4</sup> Sobre os testes tradicionais de raiz unitária, ver Dickey e Fuller (1979); e Phillips e Perron (1988) e Kwiatkowski et al. (1992).

A Tabela 5 expõe as defasagens selecionadas para os modelos propostos. Cabe ressaltar que os modelos são estimados com, no máximo, seis defasagens para as variáveis dependentes e explicativas, utilizando o critério de informação de Akaike (AIC) para escolher as defasagens mais adequadas para cada variável.

**Tabela 5 – Estimativas dos modelos ARDL**

Modelos	Defasagens selecionadas	Teste LM	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> ajustado
		Autocorrelação (Prob)		
1	(5, 3, 0, 5, 6, 5)	1,37 (0,24)	0,95	0,92
2	(4, 0, 2, 6, 6, 5)	0,88 (0,42)	0,91	0,86
3	(5, 4, 5, 4, 5, 0, 2)	0,51 (0,47)	0,95	0,91
4	(5, 0, 3, 5, 5, 0, 2)	2,82 (0,10)	0,91	0,86

Fonte: Elaboração própria a partir de estimações no Eviews

Notas: (1) Teste LM:  $H_0$ : ausência de autocorrelação serial, (2) Todos os modelos foram estimados com a constante, sendo que a tendência foi incluída apenas no modelo 4, pois nos outros modelos a mesma não se mostrou estatisticamente significativa.

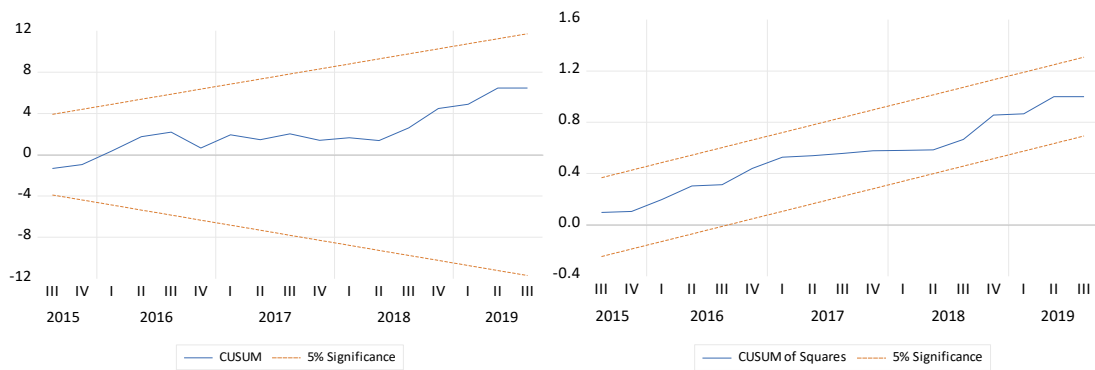
Os resultados apontam a relevância de todas as variáveis inseridas nos modelos para explicar o desempenho das exportações de petróleo, desde aquelas que refletem as condições externas de preço e de demanda, as quais são determinadas independentemente de qualquer influência brasileira, como também de variáveis cuja dinâmica é mais endógena.

A Tabela 5 também ilustra os valores encontrados para os testes Breusch-Godfrey LM (*Lagrange Multiplier*) de autocorrelação, com intuito de detectar se há correlação de valores ordenados de uma mesma variável no tempo,  $Cov(e_t, e_{t+s}) = E(e_t e_{t-s}) \neq 0$ . Tal condição exige verificação, sobretudo, porque séries temporais costumam apresentar tendências cíclicas comuns. A hipótese nula ( $H_0$ ) do teste LM é de ausência de autocorrelação, portanto, o resultado esperado é de não rejeição da hipótese nula. Os resultados dos testes LM indicam ausência de autocorrelação serial nos modelos ao nível de 1% de significância estatística.

Na sequência, apresenta-se os testes de estabilidade dos coeficientes dos modelos CUSUM (*Cumulative Sums of Standardized Residuals*) e CUSUMSQ (*Cumulative Sums of Standardized Residuals Square*), conforme Brown et al. (1975). Tais testes constatarem a estabilidade dos parâmetros quando as somas cumulativas

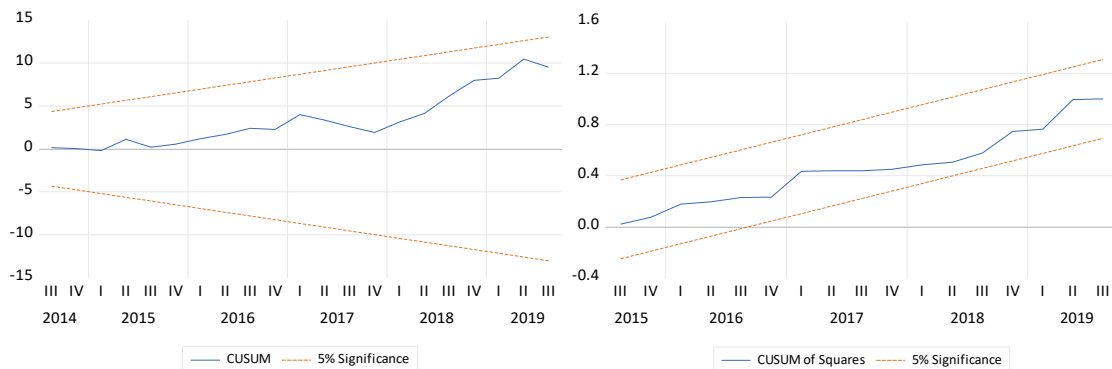
dos resíduos não ultrapassam a área entre as bandas críticas de 5%, indicando a inexistência de quebras estruturais. Conforme as Figura 1 a 4, é possível verificar que os valores dos testes calculados estão dentro da banda de valores críticos, de modo que os parâmetros dos modelos estimados são considerados estáveis.

**Figura 1 – Testes CUSUM E CUSUMSQ: Modelo 1**



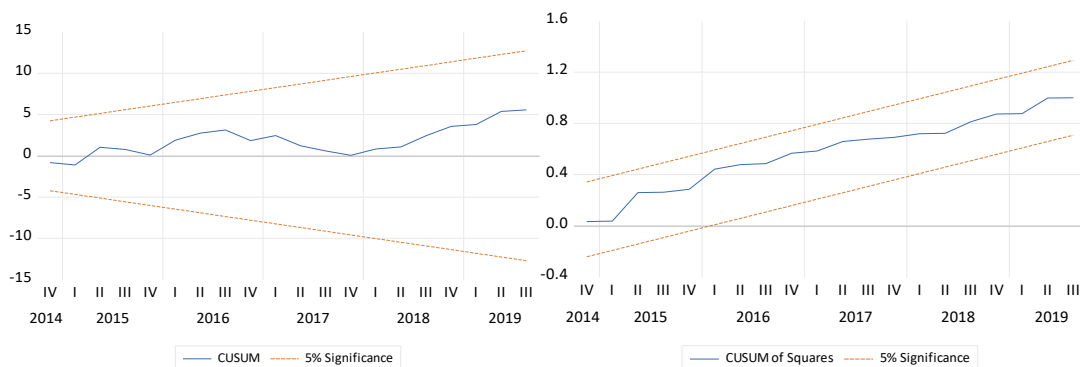
Fonte: Elaboração própria a partir de estimações do Eviews

**Figura 2 – Testes CUSUM E CUSUMSQ: Modelo 2**



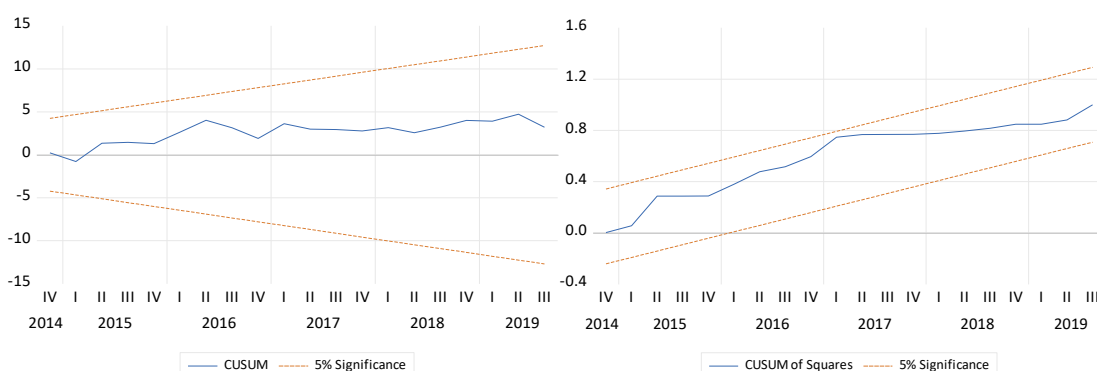
Fonte: Elaboração própria a partir de estimações do Eviews

**Figura 3 – Testes CUSUM E CUSUMSQ: Modelo 3**



Fonte: Elaboração própria a partir de estimações do Eviews

Figura 4 – Testes CUSUM E CUSUMSQ: Modelo 4



Fonte: Elaboração própria a partir de estimações do Eviews

A Tabela 6 apresenta os resultados do teste de limites (*ARDL Bounds Tests*), desenvolvido por Pesaran et al. (2001), cuja finalidade é a de se verificar a hipótese de cointegração, ou seja, da existência de relação de longo prazo entre as séries temporais.

Tabela 6 – Relação de cointegração (*ARDL Bounds Tests*)

Modelos	Estatística-F	Valores críticos				Cointegração no longo prazo?
		I(0) Bounds		I(1) Bounds		
		5%	1%	5%	1%	
1	7,49	2,62	3,79	3,41	4,68	Sim
2	6,11	2,62	3,79	3,41	4,68	Sim
3	4,87	2,45	3,61	3,15	4,43	Sim
4	8,57	2,87	4,00	3,60	4,90	Sim

Fonte: Elaboração própria a partir de estimações no Eviews

Notas:  $H_0$ : ausência de cointegração

Observa-se que as estatísticas do teste F obtidas são maiores do que os valores críticos a 1% de significância estatística, indicando a rejeição da hipótese nula de ausência de cointegração em todos os modelos. Ou seja, os resultados permitem confirmar que há relação de equilíbrio no longo prazo entre as variáveis analisadas. Destarte, o próximo passo consiste na estimação dos coeficientes de longo prazo dos modelos ARDL propostos, conforme os resultados apresentados na Tabela 7.

Para os modelos ARDL lineares (Modelos 1 e 2), as evidências revelam que os efeitos da renda externa (importações mundiais) são negativos sobre o desempenho das exportações de petróleo brasileiro no longo prazo, com

significância estatística de 5% no Modelo 1 e 1% no Modelo 2. Um aumento de 1% na renda externa leva à queda de 2,99% do valor exportado do produto (Modelo 1) e de 3,75% na participação do produto na pauta (Modelo 2). Tais resultados corroboram o argumento de que, no longo prazo, os produtos primários tendem a ser pouco sensíveis ao aumento da renda (baixa elasticidade-renda), visto que o crescimento econômico direciona a demanda para produtos manufaturados (alta elasticidade-renda da demanda).

Por outro lado, os efeitos obtidos para os preços do petróleo são positivos, de 1,82% no Modelo 1 e 2,22% no Modelo 2. Este resultado reflete a necessidade da manutenção de um quadro de preços elevados para o produto no mercado internacional para se estimular as vendas no longo prazo.

**Tabela 7 – Estimações dos coeficientes de longo prazo para os modelos 1 e 2 (ARDL)**

Variáveis	Modelo 1			Modelo 2		
	Coefficientes	Desvio-padrão	Prob.	Coefficientes	Desvio-padrão	Prob.
RM	-2,99	1,43	0,04	-3,75	1,38	0,009
PREC	1,82	0,76	0,02	2,22	0,75	0,005
TCREF	-1,51	0,86	0,08	-0,84	0,76	0,27
DPRESAL	0,34	0,15	0,02	0,34	0,15	0,02
DLAVA	0,73	0,22	0,002	0,74	0,22	0,001

Fonte: Elaboração própria a partir de estimações no Eviews

Os coeficientes obtidos para a taxa de câmbio real são negativos em ambos os modelos, sendo estatisticamente significativo apenas a 10% para o Modelo 1. Esse resultado justifica-se pelo fato de que as exportações de produtos primários são baseadas em vantagens comparativas, isto é, sua competitividade é dada pela capacidade de ofertar a custo baixo. Assim, depreciações cambiais tendem a não impactar as exportações de bens primários de forma direta. Cabe também considerar que a produção de petróleo envolve um alto grau de tecnologia mediante utilização de equipamentos importados, de forma que apreciações (depreciações) cambiais barateiam (encarecem) a importação desses insumos e favorece (dificulta) o desempenho exportador.

Do lado da oferta, as evidências apontam efeitos positivos no longo prazo das *dummies* DPRESAL (0,34%) e DLAVA (0,74%) sobre as exportações brasileiras de petróleo. Nestes termos, a descoberta de novas reservas permite a expansão da capacidade de produção e contribui para aumentar a exportação do produto. Ainda, pressupõe-se que a ação da Operação Lava Jato tende a melhorar a confiança dos agentes na economia e nas instituições a longo prazo, em vista das práticas de combate à corrupção e busca pela melhor eficiência na utilização dos recursos. Com isso, há um efeito benéfico sobre os investimentos que ampliam as exportações de petróleo ao longo do tempo.

Na sequência, os coeficientes de curto prazo e a velocidade de ajustamento (ECM) dos modelos são estimados. Esta análise se faz relevante na medida em que o curto prazo não está isento de choques. Assim, os desequilíbrios de curto prazo podem ser vistos como um processo de ajuste ao equilíbrio no longo prazo. A velocidade do ajustamento será maior (ou menor) se as relações de equilíbrio entre as variáveis retornarem ao estado de estabilidade mais rapidamente (ou lentamente).

A Tabela 8 reporta os resultados do ECM para os Modelos 1 e 2, bem como as variáveis significativas para explicar as relações de curto prazo. Verifica-se que o termo de correção de erros (ECM) é negativo e estatisticamente significativo para os dois modelos. Ainda, o processo de ajustamento ao equilíbrio de longo prazo é rápido, visto que cerca de 60% dos choques das variáveis no curto prazo são corrigidos em um trimestre. Isso significa que os efeitos dos choques de curto prazo levam menos de dois trimestres para serem exauridos, de maneira que as variáveis possam retornar ao equilíbrio de longo prazo. Tal evidência assinala a característica volátil de algumas variáveis (como preço e câmbio), em que os agentes se ajustam de forma mais rápida a mudanças nessas variáveis.

Tabela 8 – Estimações dos coeficientes de curto prazo dos modelos 1 e 2 (ARDL)

Variável	Modelo 1			Variável	Modelo 2		
	Coefficiente	Desvio-padrão	Prob.		Coefficiente	Desvio-padrão	Prob.
D(PREC)	1,32	0,23	0,00	D(RM)	-1,93	0,56	0,001
D(PREC(-1))	1,16	0,23	0,00	D(RM(-1))	1,98	0,44	0,00
D(PREC(-2))	0,59	0,25	0,02	D(TCREF(-4))	-0,80	0,38	0,04
D(TCREF(-1))	1,08	0,50	0,03	D(TCREF(-5))	0,72	0,35	0,05
D(DPRESAL(-5))	-0,42	0,09	0,00	D(DPRESAL(-5))	-0,35	0,08	0,00
D(DLAVA(-1))	-0,35	0,11	0,00	D(DLAVA(-1))	-0,29	0,09	0,004
D(DLAVA(-3))	-0,25	0,10	0,01	D(DLAVA(-2))	-0,24	0,09	0,01
				D(DLAVA(-3))	-0,22	0,09	0,01
CointEq(-1)*	-0,66	0,09	0,00	CointEq(-1)*	-0,59	0,07	0,00
R <sup>2</sup>	0,79			R <sup>2</sup>	0,76		
R <sup>2</sup> ajustado	0,69			R <sup>2</sup> ajustado	0,66		

Fonte: Elaboração própria a partir de estimações do Eviews

Os coeficientes estimados (estatisticamente significantes) revelam que o desempenho exportador do petróleo se mostra positivamente afetado pelas variáveis preços (Modelo 1) e taxa de câmbio real (Modelos 1 e 2). Por outro lado, as *dummies* Pré-sal e Lava Jato obtiveram coeficientes negativos. Tais evidências sugerem a relevância do contexto de preços elevados e de um câmbio mais competitivo para a obtenção de bons resultados nas exportações de petróleo no curto prazo. Ainda, observa-se que a descoberta do Pré-sal não afeta positivamente as exportações no curto prazo, e a Operação Lava Jato, cuja consequência mais imediata foi exacerbar a desconfiança dos agentes no contexto político e econômico brasileiro, implicou na redução drástica dos investimentos na atividade e na deterioração da imagem da Petrobras no exterior, prejudicando a capacidade de se produzir e exportar petróleo.

Quando se avalia os resultados de longo prazo obtidos para os modelos não-lineares (NARDL) expostos na Tabela 9, obtém-se que as variações positivas (depreciação) e negativas (apreciação) da taxa de câmbio real efetiva exercem efeitos

simétricos (lineares) sobre o desempenho das exportações de petróleo no Modelo 3 (em torno de  $-2,3\%$ ) e no Modelo 4 ( $-1,4\%$ ). Neste caso, é possível ressaltar que episódios de depreciação e de apreciação cambial não contribuem a longo prazo para estimular as exportações de petróleo.

**Tabela 9 – Estimações dos coeficientes de longo prazo para os modelos 3 e 4 (NARDL)**

Variáveis	Modelo 3			Modelo 4		
	Coeficientes	Desvio-padrão	Prob.	Coeficientes	Desvio-padrão	Prob.
RM	0,12	0,86	0,88	-3,07	0,83	0,00
PREC	-0,51	0,53	0,33	0,79	0,41	0,05
TCREF <sup>+</sup>	-2,32	0,73	0,00	-1,43	0,55	0,01
TCREF <sup>-</sup>	-2,24	0,74	0,00	-1,35	0,56	0,01
DPRESAL	0,10	0,10	0,30	0,17	0,08	0,03
DLAVA	0,26	0,13	0,06	0,22	0,10	0,03

Fonte: Elaboração própria a partir de estimações do Eviews

Também se observa que o desempenho da atividade petrolífera se mostra mais afetado pelas condições externas de preços e renda, e internas de produção (DPRESAL) e estado de confiança dos agentes econômicos (DLAVA), conforme os resultados do Modelo 4. Cabe destacar que os sinais obtidos para os coeficientes dessas variáveis se mantêm robustos em relação às especificações ARDL (Tabela 7).



Tabela 10 – Estimações dos coeficientes de curto prazo dos modelos 3 e 4 (NARDL)

Variável	Modelo 3			Variável	Modelo 4		
	Coefficiente	Desvio-padrão	Prob.		Coefficiente	Desvio-padrão	Prob.
D(RM(-2))	-3,33	0,99	0,00	D(PREC)	0,78	0,20	0,00
D(PREC(-1))	1,88	0,43	0,00	D(PREC(-1))	1,16	0,21	0,00
D(PREC(-2))	1,66	0,43	0,00	D(PREC(-2))	0,72	0,22	0,00
D(TCREF+(-1))	2,57	0,70	0,00	D(DLAVA(1)	-0,21	0,09	0,03
D(TCREF+2))	2,39	0,69	0,00				
D(TCREF- 1))	2,54	0,71	0,00				
D(TCREF- 2))	2,37	0,70	0,00				
CointEq(-1)*	-0,79	0,12	0,00	CointEq(-1)*	-0,86	0,10	0,00
R <sup>2</sup>	0,75			R <sup>2</sup>	0,82		
R <sup>2</sup> ajustado	0,62			R <sup>2</sup> ajustado	0,71		

Fonte: Elaboração própria a partir de estimações do Eviews

Na Tabela 10, verifica-se que a velocidade de ajuste (ECM) dos modelos se mantém elevada, atingindo 79,77% no Modelo 3, e 86,90% no Modelo 4. Sendo assim, os choques de curto prazo nas estimações NARDL também são rapidamente dissipados, com os modelos se ajustando ao equilíbrio de longo prazo em menos de dois trimestres.

No curto prazo, as evidências obtidas para o Modelo 3 indicam a existência de relações simétricas, com coeficientes positivos, para as variações positivas e negativas da taxa de câmbio real efetiva nas primeiras e segundas defasagens, com magnitudes variando em torno de 2,4%, na média. Deste modo, tanto a depreciação quanto a apreciação cambial contribuem para o aumento do valor exportado de petróleo no curto prazo. Isso se justifica pelo fato de que a depreciação da taxa de câmbio reflete a melhor competitividade do petróleo brasileiro perante aos competidores internacionais. Todavia, a apreciação cambial também contribui para fomentar a atividade, visto a utilização de insumos importados (como plataformas e

dragas) para a produção do petróleo, que, em um contexto de queda da taxa de câmbio, ficam mais baratas, reduzindo os custos da extração.

Por fim, cabe destacar que os coeficientes das demais variáveis mantêm sinais robustos em relação as estimações ARDL (Modelos 1 e 2), corroborando a importância dos preços elevados para estimular as exportações de petróleo, ao passo que reforça o resultado de que a Operação Lava Jato, de imediato, impactou negativamente a atividade, via queda das exportações.

## 5. Considerações Finais

Este artigo investigou os principais determinantes de curto e longo prazos das exportações brasileiras de petróleo (óleo bruto), almejando preencher uma lacuna na literatura por meio da estimação de modelos de exportações conjugando elementos de demanda e de oferta. Para isso, foram estimados modelos Autorregressivos de Defasagens Distribuídas lineares (ARDL) e não-lineares (NARDL), baseados em dados do período de 2000 a 2019.

A relevância da análise parte da preocupação relativa à tendência de especialização da economia em recursos naturais verificada ao longo das duas últimas décadas, com o petróleo bruto assumindo posição relevante na pauta exportadora brasileira, em um contexto favorável de preços e demanda externa, e de descoberta de novas fontes do recurso. No entanto, o período analisado também é marcado por uma forte reversão do estado de confiança dos agentes no contexto político e econômico do país, a partir da deflagração da Operação Lava Jato em 2014.

Os resultados obtidos apontam, sobretudo, a relevância dos preços internacionais elevados do petróleo no curto e no longo prazo para explicar o desempenho das exportações brasileiras do produto. Por outro lado, a perspectiva de crescimento da renda mundial não contribui para melhorar o desempenho da atividade no longo prazo, visto se tratar de um produto primário com baixa elasticidade-renda. Destaca-se que as evidências dos modelos ARDL indicam a relevância de um câmbio apreciado no longo prazo, ao passo que a depreciação cambial contribui para estimular as exportações de petróleo no curto prazo. Além disso, quando se considera as estimações NARDL, é possível captar efeitos positivos

das variações positivas (depreciação) e negativas (apreciação) da taxa de câmbio real sobre as exportações do petróleo no curto prazo. Considerando que a competitividade da atividade petrolífera é baseada em custo baixo, uma taxa de câmbio apreciada ajuda a baratear as exportações, em vista das importações de insumos para a exploração do recurso.

Do lado das variáveis que afetam a capacidade de oferta das exportações de petróleo, as evidências indicam a relevância da descoberta das reservas do petróleo no Pré-sal para estimular as exportações somente no longo prazo. Ainda, os efeitos do estado de confiança dos agentes no quadro político e econômico brasileiro decorrente da deflagração da Operação Lava Jato se mostram positivos no longo prazo, indicando o aumento da confiança mediante práticas de combate à corrupção e sinalização de uma possível melhoria do quadro institucional brasileiro. Contudo, no curto prazo, o efeito é negativo, visto que, de imediato, a deflagração da Operação Lava Jato implicou em redução dos investimentos na atividade, prejudicando as condições de produzir e exportar.

Deste modo, é possível concluir que a sustentação no longo prazo do bom desempenho da atividade petrolífera no Brasil se encontra atrelado especialmente a uma conjuntura benéfica ligada aos movimentos de preços, cuja natureza é cíclica e de elevada volatilidade. Também requer a continuidade de um processo de combate à má utilização das receitas do petróleo e à corrupção no país.

Com base nas evidências obtidas, acredita-se que a atividade petrolífera tem potencial para garantir vantagem comercial significativa para o Brasil, desde que se crie condições estruturais para o fortalecimento da atividade e se evite os potenciais efeitos negativos da reprimarização da economia. Neste sentido, é preciso pensar sobre algumas diretrizes estratégicas que envolvam o direcionamento de parcela dos recursos derivados da exploração do petróleo para investimentos em capital físico e em atividades de P&D voltados à diversificação da estrutura produtiva para setores de maior intensidade tecnológica, a fim de diminuir a dependência de condições favoráveis aos produtos primários. Também é relevante fomentar os efeitos de *spillovers* e de liderança tecnológica, estimulando a inovação pela tecnologia *offshore* e a exportação de bens e serviços nessa área.

Portanto, espera-se que sejam criadas condições adequadas para que o país possa aproveitar a oportunidade do Pré-sal para fomentar a inovação e desenvolver tecnologias e produtos estratégicos que promovam externalidades positivas da atividade petrolífera para a economia como um todo, possibilitando o crescimento e o desenvolvimento econômico em toda sua potencialidade.

## Referências

- Amaral, F., Freitas, F. e Castilho, M. (2017), “*Comércio internacional, especialização produtiva e competitividade: uma decomposição para o crescimento das exportações brasileiras entre 1995 e 2014*”, II Encontro Nacional de Economia Industrial e Inovação, Blucher Engineering Proceedings, 4, p. 349-368, ISSN 2357-7592. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/enei2017-20>.
- Andrade, M. e Vieira, F. V. (2018), “O Papel da Taxa de Câmbio, da Renda dos Parceiros Comerciais e do Preço Internacional das Commodities nas Exportações dos Estados do Nordeste (1999 a 2012)”, *Revista Econômica do Nordeste*, Fortaleza, 49, p.183-202.
- APEX-Brasil. (2011), “As Exportações Brasileiras e os Ciclos de Commodities: tendências recentes e perspectivas”, *Conjuntura e Estratégia*. Jul.
- Arezki, R. and Van Der Ploeg, F. (2007), “Can the Natural Resource Curse be turned into a Blessing? The Role of Trade Policies and Institutions”, *IMF Working Paper* 07/55. Mar.
- Bittencourt, G. e Campos, C. (2014), “Determinantes das Exportações Agropecuárias Brasileiras e sua Relação com o Investimento Direto Estrangeiro”, *Análise Econômica*, Porto Alegre, 62(32), p.155-176, set. DOI: <https://doi.org/10.22456/2176-5456.33673>.
- Bresser-Pereira, L. C. e Marconi, N. (2008), “Existe Doença Holandesa no Brasil?” *IV Fórum de Economia da Fundação Getúlio Vargas*. Março.

- Brown, R. L., Durbin, J. e Evans, J. M. (1975), “Techniques for Testing the Constancy of Regression Relationships over Time”, *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, 37(2), p. 149-192.
- Carvalho, M. e Silva, C. (2008), “Mudanças na pauta das exportações agrícolas brasileiras”, *Revista de Economia e Sociologia Rural*, Brasília, 46(1), p.53-73, jan. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-20032008000100003>.
- Caselli, B. C. (2013), “Evolução da indústria do petróleo e gás natural no Brasil: resultados do contrato de concessão e os desafios da partilha de produção”, *Congresso Brasileiro de Regulação*. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/images/central-de-conteudo/notas-estudos-tecnicos/estudos-tecnicos/evolucao-industria-petroleo-gn-2013.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2020.
- Castilho, M. e Nassif, A. (2018), “Trade Patterns in a Globalised World: Brazil's Recent Trajectory Towards Regressive Specialisation”, *Conference Paper*, March,
- Dickey, D. A. and W. A. Fuller (1979), “Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root”, *Journal of the American Statistical Association*, 74(366), 427–431. DOI: <https://doi.org/10.2307/2286348>.
- Furtado, A. T. (2013), “Pré-sal, desenvolvimento industrial e inovação”. *Revista Paranaense de Desenvolvimento*, Curitiba, 34(125), p.79-100, jul./dez.
- Gobi, J. R., Paschoalino, P. A. T. e Alves, A. F. (2018), “Brazilian Beef and Chicken Meat Trade Balance Performance between 2000 and 2015”, *Revista de Desenvolvimento Econômico*, 39(1), p.7-25. DOI: <https://doi.org/10.21452/rde.v1i39.5197>.
- Greene, W. H. (2012), “Econometric Analysis”, *Seventh Edition*. Pearson.
- Hoff, C. R. (2016), “Uma análise dos determinantes da recuperação da balança comercial brasileira em 2015: petróleo, câmbio ou recessão?”, *Indicadores Econômicos FEE*, Porto Alegre, 43(4), p.9-22.

- International Monetary Fund. (2020), International Financial Statistics (IFS), (2020), Disponível em: <https://data.imf.org/?sk=4C514D48-B6BA-49ED-8AB9-52B0C1A0179B>. Acesso em: 05 fev. 2020.
- Ipeadata. Instituto de Pesquisa em Economia Aplicada. (2020), “*Macroeconômico*”, Disponível em: <http://www.ipeadata.gov.br/Default.aspx>. Acesso em: 30 jan. 2020.
- Kwiatkowski, D., Peter C. B. Phillips, Peter Schmidt and Shin, Y. (1992), “Testing the Null Hypothesis of Stationary against the Alternative of a Unit Root”, *Journal of Econometrics*, 54(1), 159-178.
- Martins, R. M. e Veríssimo, M. P. (2013), “Exportações brasileiras de petróleo e a especialização da economia em bens intensivos em recursos naturais no período 2000-2012”, *Perspectiva Econômica*, Porto Alegre, 9(2), p.115-130. DOI: <https://doi.org/10.4013/pe.2013.92.04>.
- Mehlum, H., Moene, K. e Torvik, R. (2006), “Institutions and the Resource Curse”, *The Economic Journal*, 116 (January), 1-20. Royal Economic Society.
- Ministério da Economia. Secretaria do Comércio Exterior. (2020), “*Estatísticas do Comércio Exterior*”. Disponível em: [https://www.gov.br/produtividade-e-comercio-exterior/pt-br/assuntos/comercio-exterior/estatisticas\\_](https://www.gov.br/produtividade-e-comercio-exterior/pt-br/assuntos/comercio-exterior/estatisticas_) Acesso em: 30 jan. 2020.
- Mortatti, C. M., Miranda, S. H. G. e Bacchi, M. R. P. (2011), “Determinantes do Comércio Brasil-China de Commodities e Produtos Industriais: Uma Aplicação VECM”, *Economia Aplicada*, 15(2), p. 311-335.
- Mulwa, R. e Mariara, J. (2016), “Natural Resource Curse in Africa: Dutch Disease and institutional explanations”, *AGRODEP Working Paper 0029*, Jun.
- Nakabashi, L., Cruz, M. J. V. e Scatolin, F. D. (2008), “Efeitos do Câmbio e Juros sobre as Exportações da Indústria Brasileira”, *Revista Economia Contemporânea*, Rio de Janeiro, 12(3), p.433-461. DOI: [https://doi.org/10.1590/S1415-98482008000300002\\_](https://doi.org/10.1590/S1415-98482008000300002_)

- Oliveira, A. C. S., Campos, R. T., Castro, I. S. B. e Trompieri Neto, N. (2015), “Análise dos Efeitos das Taxas de Câmbio, de Juros e da Renda Mundial sobre as Exportações Brasileiras de Mel”, *Revista Econômica do Nordeste*, Fortaleza, 46(3), p. 61-78.
- Pesaran, M. H. and Shin, Y. (1999), “An Autoregressive Distributed-Lag Modelling Approach to Cointegration Analysis”, In: *Econometrics and Economic Theory in the 20th Century: The Ragnar Frisch Centennial Symposium*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Pesaran, M. H., Shin, Y. and Smith, R. J. (2001), “Bounds Testing Approaches to the Analysis of Level Relationships”, *Journal of Applied Econometrics*, 16(3), pp. 289-326. DOI: <https://doi.org/10.1002/jae.616>.
- Petrobras. *Pré-Sal*. (2020), Disponível em: [https://petrobras.com.br/pt/nossas-atividades/areas-de-atuacao/exploracao-e-producao-de-petroleo-e-gas/pre-sal/?gclid=Cj0KCQIAzsz-BRCCARIsANotFgOpH\\_jfaKneYLnHjVdUZfFHiRy9M-6nR80bmGZPDR0ohqE6LjlVCMaAlZ6EALw\\_wcB](https://petrobras.com.br/pt/nossas-atividades/areas-de-atuacao/exploracao-e-producao-de-petroleo-e-gas/pre-sal/?gclid=Cj0KCQIAzsz-BRCCARIsANotFgOpH_jfaKneYLnHjVdUZfFHiRy9M-6nR80bmGZPDR0ohqE6LjlVCMaAlZ6EALw_wcB). Acesso em: 12 dez. 2020.
- Phillips, P.C.B. and P. Perron (1988), “Testing for a Unit Root in Time Series Regression”, *Biometrika*, 75, 335–346.
- Prates, D. e Marçal, E. F. (2008), “O Papel do Ciclo de Preços das Commodities no Desempenho Recente das Exportações Brasileiras”, *Revista Análise Econômica*, Porto Alegre, 26(49) p. 163-191, mar.
- Sachs, J. D. and Warner, A. M. (1995), “Natural Resource Abundance and Economic Growth”, *National Bureau of Economic Research*, NBER Working Paper 5398. December.
- Sala-I-Martin, X. and Subramanian, A. (2003), “Addressing the Natural Resource Curse: An Illustration from Nigeria”, *IMF Working Paper*. WP/03/139. Jul.

- Schettini, B. P., Squeff, G. C. e Gouvêa, R. R. (2012), “Estimativas da função de exportações brasileiras agregadas com dados das contas nacionais trimestrais, 1995-2009”, *Economia Aplicada*, 16(1), p. 167-196.
- Shin, Y., Yu, B. and Greenwood-Nimmo, M. (2014), “Modelling asymmetric cointegration and dynamic multipliers in a nonlinear ARDL framework”, In: *Festschrift in Honor of Peter Schmidt*. Springer, New York, NY. p. 281-314.
- Souza, F. R. (2006), “Impacto do Preço do Petróleo na Política Energética Mundial”, *Dissertação (Mestrado) - Curso de Economia, Coppe, Universidade Federal do Rio de Janeiro*, Rio de Janeiro. 171 f.
- Weiss, M. A. e Cunha, A. M. (2011), “Uma contribuição empírica para a compreensão dos impactos da taxa real de câmbio nas exportações brasileiras”, *Ensaio FEE*, Porto Alegre 32(2), p. 435-464.
- World Bank. (2020), “*Commodity Markets*”. Commodities Prices Data. Disponível em: [https://www.worldbank.org/en/research/commodity-markets\\_](https://www.worldbank.org/en/research/commodity-markets_) Acesso em: 30 jan. 2020.
- Zini Jr., A. A. (1988), “Funções de exportação e importação para o Brasil”. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, Rio de Janeiro, 18(3), p. 615-622, dez.