

Impactos Econômicos Sistêmicos da Variação dos Preços Internacionais de Petróleo: O Caso da Colômbia¹.

Guilherme Perobelli Salgueiro²; Fernando Salgueiro Perobelli³

Resumo

A forte presença de commodities primárias na pauta de exportações é uma realidade para diversos países em desenvolvimento. O petróleo, é uma commodity altamente desejada e negociada no mercado internacional. O presente artigo, visa mensurar os impactos econômicos sistêmicos de uma variação positiva nos preços mundiais desse bem, para a Colômbia. Para tal objetivo, realiza-se em primeiro lugar, um exercício de extração hipotética aplicada à matriz de insumo-produto colombiana, para o ano de 2015. Sob a ótica do Equilíbrio Geral Computável (EGC), realizou-se um choque de simulação de uma variação positiva de 1% nos preços mundiais da commodity, que permite, verificar a elasticidade implícita desses preços na economia do país. Os resultados de longo-prazo mostram uma elevação do PIB, devido ao aumento do investimento e gastos do governo. Nota-se uma variação positiva nos salários reais, o que reflete no aumento do consumo das famílias. Os resultados também apontam para uma variação positiva nos preços básicos da economia. No longo prazo, os preços nacionais da commodity variaram em maior grau quando comparado aos preços internacionais, ocasionando uma perda de competitividade externa do país. Logo, economias com baixo grau de diversificação podem se tornar mais vulneráveis em situações de volatilidade dos preços, visto que a perda de competitividade nesses produtos pode ocasionar um aumento do déficit comercial.

Palavras-chave: Colômbia. Equilíbrio Geral Computável. Petróleo.

Área de Submissão: Globalização e Competitividade regional

JEL: C68

Abstract

The strong presence of primary commodities in the export portfolio is a reality for many developing countries. Petroleum, being a highly desired and traded commodity in the international market, is the subject of this article, which aims to measure the systemic economic impacts of a positive variation in global oil prices for Colombia. To accomplish this objective, a hypothetical extraction exercise is first conducted using the Colombian input-output matrix for the year 2015. From the perspective of Computable General Equilibrium (CGE), a simulation shock of a positive 1% variation in global commodity prices is implemented to assess the implicit elasticity of these prices in the country's economy. The long-term results show an increase in GDP due to higher investment and government spending. There is also a positive variation in real wages, which leads to increased household consumption. The results further indicate a positive variation in the basic prices of the economy. In the long run, national commodity prices experience a greater degree of variation compared to international prices, resulting in a loss of external competitiveness for the country. Consequently, economies with low levels of diversification may become more vulnerable to price volatility, as the loss of competitiveness in these products can lead to an increase in the trade deficit.

Keywords: Colombia, Computable General Equilibrium, Petroleum.

¹ Esse trabalho foi realizado com apoio financeiro da Universidade Federal de Juiz de Fora. Agradecemos ao professor Eduardo Amaral Haddad pela cessão do modelo de Equilíbrio Geral utilizado nesse trabalho.

² Mestre em Economia pelo Programa de Pós-graduação em Economia – UFJF e Pesquisador do LATES.

³ Professor Titular. Departamento de Economia, Universidade Federal de Juiz de Fora. Pesquisador CNPq, LATES e NEREUS/USP.

1. Introdução

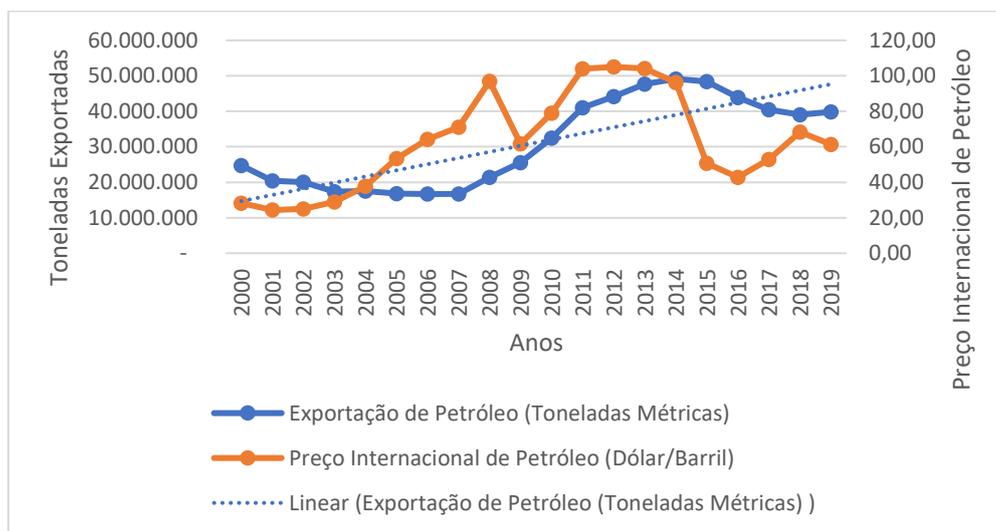
Os países em desenvolvimento historicamente têm como uma das forças motrizes de suas economias commodities e produtos primários. Esse artigo, visa mensurar os impactos econômicos sistêmicos da variação dos preços internacionais do petróleo na economia colombiana. Por meio de um modelo regional de equilíbrio geral computável será realizado um exercício de simulação variando positivamente em 1% os preços mundiais da commodity.

De acordo com o Fundo Monetário Internacional (FMI), os países são classificados entre economias avançadas⁴ e emergentes. Para tal classificação, a organização se vale de diversos critérios, como por exemplo: nível de renda per capita; diversificação da pauta exportadora, e grau de integração no sistema financeiro mundial (FMI, 2022).

A Colômbia, portanto, se insere no grupo de economias emergentes. Ao analisar a inserção internacional do país, é constatado uma abertura comercial tardia, que se apresenta latente apenas após 2002. A partir da primeira metade do século XXI, em que se nota um aumento das exportações, observa-se também um deslocamento positivo do Produto Interno Bruto (PIB) colombiano. (Banco Mundial, 2023). Em termos de diversificação econômica, as exportações colombianas se baseiam em produtos primários, em especial o petróleo. Durante o período entre 2015 e 2019, a commodity foi o principal produto exportado do país, representando 38% das exportações totais no recorte temporal. Em sequência, as manufaturas representam 21%, e os produtos agropecuários são responsáveis por 19% das exportações colombianas.

Dada a relevância dos produtos petrolíferos na pauta exportadora colombiana, se torna notável avaliar em termos históricos essa participação externa do produto. Os principais preços internacionais do petróleo, como o preço do Brent e WTI, são comercializados nas bolsas de valores e sofrem maior influência pelos países membros da Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP). Portanto, no mercado internacional da commodity, a Colômbia se situa como tomadora de preços, não exercendo influência nesse quesito. A figura 1, apresenta a variação dos preços internacionais de petróleo e a exportação da commodity por parte da Colômbia, evidenciando a relação positiva entre as duas variáveis.

Figura 1 – Exportação de Petróleo e Derivados/Preços Internacionais de Petróleo (US\$)



Fonte: elaborado pelo autor a partir de dados do DANE

⁴Compreendem aqueles países inseridos na Zona do Euro, União Europeia, ou, os países componentes do G7, situados fora da comunidade europeia, sendo eles: Canadá, Estados Unidos, Japão, e, Reino Unido

A avaliação do comportamento da economia petrolífera colombiana não se restringe a apenas à observação das variáveis de preço internacional e exportações. De acordo com Perry (2016), e em consonância com os dados apresentados na figura 1, a partir de 2003 ocorre a criação da Agência Nacional de Hidrocarbonetos como entidade de supervisão da atividade petrolífera no país. Também à época, ocorre a transformação da Ecopetrol, a maior empresa de petróleo no país, em sociedade acionária, permitindo assim a entrada de investimento externo. Com o aumento do investimento, o país apresentou no final da década de 2010, um aumento na perfuração de poços, no ano de 2008 alcançou a marca de 100 perfurações, 126 em 2011 e 131 em 2012. Entretanto, em 2015, com a queda dos preços internacionais, ocorreu uma redução das perfurações, se retraindo para 26. Apesar da redução nas perfurações, a produção de petróleo bruto se mantém, abastecendo assim o mercado interno e externo.

Com objetivo de analisar de maneira sistêmica o impacto da variação dos preços mundiais de petróleo na economia colombiana será utilizada, em primeiro lugar, a metodologia de Insumo Produto, para se mensurar a cadeia produtiva da commodity no país, e identificar os setores que potencialmente podem ser os mais afetados. Posteriormente, sob a ótica do Equilíbrio Geral Computável (EGC), será realizado um exercício de simulação por meio de uma variação positiva de 1% nos preços mundiais da commodity. Dentre a grande gama disponível de modelos de EGC, opta-se pela utilização do ORANI_G, um modelo regional de equilíbrio geral computável. O modelo foi adaptado para os diferentes países, incluindo uma customização para a Colômbia, desenvolvida por Haddad (2016) e calibrada a partir da Matriz Insumo Produto colombiana para o ano de 2015. O modelo regional de EGC adaptado ao país permite um maior detalhamento da economia nacional, incluindo de maneira mais precisa as relações intersetoriais e sistêmicas, permitindo uma melhor avaliação dos impactos internos após o choque proposto.

Segundo Palacios (2002) desde a década de 1970, o petróleo é um dos principais produtos exportados pela Venezuela, México, Equador, Colômbia, Argentina, e, Brasil. A Colômbia inicia a comercialização do produto no mercado internacional a partir de 1986. Apesar da região ser uma forte produtora de petróleo, cabe ressaltar que não existe uma autossuficiência do recurso por parte dos países. Os países latino-americanos possuem em suma, balança comercial deficitária, quando se desagrega a análise para os produtos derivados do petróleo. Isso ocorre, devido à dificuldade no refino dos produtos por parte das economias em desenvolvimento. Assim como outras commodities, o petróleo possui volatilidade em seu preço, e as economias dependentes do insumo, são em muitas oportunidades, como no caso da Colômbia, tomadoras de preço⁵.

Segundo Jiménez (2010), a Colômbia iniciou de forma tardia a sua exportação de petróleo, após 1986, quando se descobriram algumas reservas minerais. Durante o período de 2000 a 2008, a exportação de petróleo representou entre 3 e 5% da participação no Produto Interno Bruto colombiano (PIB). O autor ressalta que grande parte dos insumos necessários para a produção petrolífera do país é oriundo de importações, e, que os investimentos são realizados através de Investimento Direto Externo (IDE). Logo, devido a essa dependência do setor internacional, a volatilidade dos preços, pode afetar a produção em todas as frentes do país.

O autor indica que os preços da commodity apresenta impactos diretos e indiretos sobre o crescimento econômico do país, e em outras variáveis macroeconômicas, como por exemplo, em relação ao câmbio e variáveis tributárias. A época da publicação de Jiménez (2010), o petróleo, sua exploração, e exportação, retornava os principais volumes de receita para a economia do país.

⁵ Para mais detalhes sobre preços do petróleo ver Braginskii (2009).

A dinâmica dos preços internacionais de petróleo também é discutida por alguns autores que visam captar o impacto do aumento dos preços em determinados países por meio da utilização de modelos de equilíbrio geral computável [Fan *et al* (2007) e Timilsina (2015)]. Fan *et al* (2007), aborda essa temática para a realidade chinesa e Timilsina (2015) fazem a análise para um conjunto de países utilizando o GTAP⁶. A conclusão dos trabalhos aponta para uma redução no PIB [Fan *et al* (2007) e Timilsina (2015)] e, nos fluxos de importação e exportação [Fan *et al* (2007)] à medida que ocorre uma alta dos preços internacionais de petróleo.

Doumax, *et al*, (2014) buscam identificar a eficiência da adoção de incentivos ao consumo de biodiesel em relação aos preços dos combustíveis fósseis, em que se inclui o petróleo. Os autores constroem seis distintos cenários para mensurar os impactos da ampliação na utilização do biodiesel na economia francesa. Os cenários se diferem em relação as tarifas e subsídios para combustíveis fósseis e para o biodiesel, mensurando questões relativas à uma transição energética. Por fim, os cenários se subdividem em dois grupos, no primeiro grupo, os preços internacionais do petróleo não sofrem variação, entretanto, no segundo grupo de simulações, os preços do petróleo sofrem um aumento devido a um choque exógeno.

Os autores concluem que existe uma dificuldade nacional para se alcançar o objetivo de redução da utilização de combustíveis fósseis. Portanto, os incentivos através de redução de impostos ou subsídios favoráveis ao biodiesel se torna necessário para a maior difusão dessa modalidade energética. A combinação entre impostos sobre combustíveis fósseis, e o aumento dos preços internacionais de petróleo, podem ser encarados como um suporte aos subsídios em biodiesel, sendo também eficientes para impulsionar o processo de diversificação energética no país. (DOUMAX, *et al* 2014).

Esse artigo está estruturado além dessa introdução com uma seção de metodologia e base de dados que descreve os métodos utilizados e estratégias para avaliar o tema sob as óticas de Insumo Produto e EGC, seguido pela apresentação dos resultados e considerações finais.

2. Metodologia e Base de Dados

Esse artigo, tem como objetivo analisar os impactos sistêmicos, setoriais e macroeconômicos sobre a economia colombiana, de variações nos preços internacionais do petróleo na economia colombiana utilizando para tal um modelo de Equilíbrio Geral Computável.

Para calibrar o modelo de equilíbrio geral computável, é necessário, dentre outros dados, definir a Matriz de Insumo Produto, base do modelo. Para tal, será utilizada a Matriz disponibilizada pelo Departamento Administrativo Nacional de Estatística (DANE), órgão governamental colombiano, e, definida originalmente sob formato Produto X Setor, que engloba, 392 produtos, e, 60 setores da economia nacional. O modelo está calibrado para o ano de 2015, e em pesos colombianos. (HADDAD, 2016).

2.1 O Modelo Insumo Produto

Para caracterizar de forma sistêmica a economia colombiana e, analisar a cadeia produtiva do petróleo e seu encadeamento como um todo, será utilizada, como primeiro passo, a análise de Insumo Produto. Tal modelo, é apresentado por Miller e Blair (2009) como uma representação da atividade de um grupo de setores que produzem e consomem bens de outros

⁶ O modelo inclui a seguinte desagregação espacial: África Subsaariana, Alemanha, América Latina e Caribe, Argentina, Austrália e Nova Zelândia, Brasil, Canadá, China, Espanha, Estados Unidos, Europa Central e Oriental, Europa Ocidental, França, Índia, Indonésia, Itália, Japão, Malásia, México, Oriente Médio e Norte da África, Reino Unido, Resto da África, Resto da América Latina e Caribe, Resto da Ásia Central e Oriental, Resto da Europa, Rússia, Tailândia

setores durante o seu processo produtivo. Através dessa relação é possível identificar a interdependência entre os setores da economia avaliada.

De acordo com o modelo de insumo-produto aberto, temos que o fluxo intersetorial pode ser representado por:

$$\sum_{j=1}^n z_{ij} + y_i \equiv x_i \quad (3.1)$$

Tendo que:

z_{ij} = Fluxos de consumo intermediário do setor i para o setor j

y_i = Demanda final do setor i

x_i = Oferta total do setor i

Ao substituir $a_{ij} = \frac{z_{ij}}{x_j}$ na equação (3.1) teremos que

$$\sum_{j=1}^n a_{ij}x_j + y_i = x_i \quad (3.2)$$

Em termos matriciais, temos que:

$$\mathbf{Ax} + \mathbf{y} = \mathbf{x} \quad (3.3)$$

$$\mathbf{X} = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}\mathbf{y} \quad (3.4)$$

$$\mathbf{B} = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} \quad (3.5)$$

A Matriz **A** denota-se os coeficientes técnicos do modelo de insumo produto, e, a Matriz **B** é a Inversa de Leontief. A partir dessa estrutura base, permite-se realizar exercícios que descrevem a economia em questão.

2.1.1 Extração Hipotética

O exercício de extração hipotética, sumarizado por Miller e Blair (2009), possui como objetivo quantificar, por exemplo, os impactos sobre a produção de uma economia em decorrência da paralização total ou parcial das atividades de um ou mais setores, mensurando assim a importância relativa desse setor na economia analisada dada a redução do nível de atividade total em decorrência da extração desse setor. Assim, é possível simular a paralização total do setor, apenas a extração da sua estrutura de compras (*backward linkages*), ou, apenas a extração das vendas (*forward linkages*).

O cálculo da extração total, apresentado por Miller e Blair (2009), consiste na hipótese de que o setor suprimido da economia não realiza transações na estrutura produtiva em questão, logo, elimina-se simultaneamente a sua coluna e linha na matriz **A** de coeficientes técnicos, o que pode ser feito substituindo os valores por zeros. Portanto, o cálculo do produto total da economia após a extração pode ser formalizado da seguinte maneira:

$$\mathbf{X}^* = (\mathbf{I} - \mathbf{A}_j^*)^{-1}\mathbf{Y} \quad (3.6)$$

Ao comparar os resultados das equações (3.6) e (3.4) é possível identificar os impactos da extração hipotética do setor no produto total da economia, bem como o seu impacto em cada um dos setores produtivos que compõem a estrutura produtiva do país.

Ao realizar a extração hipotética dos setores de Extração de Petróleo Bruto e Produtos do Refino de Petróleo, foi possível identificar as principais ligações desses setores e, portanto, identificar os elos principais da cadeia produtiva do petróleo na economia colombiana, ou seja, aqueles setores que mais se relacionam aos petrolíferos. Tais setores, dada a interligação sistêmica para com a produção de petróleo, tendem a sofrer os maiores impactos em cenários de choques exógenos na economia do país.

Tabela 1: Elos principais da Cadeia Produtiva do Petróleo

Setores	
Transportes terrestres	S44
Produção e distribuição de gás	S35
Fabricação de substâncias químicas básicas, etc	S25
Geração de energia elétrica; etc	S34
Comércio por Atacado	S42
Atividades financeiras	S51
Atividades científicas e técnicas	S53
Atividades de serviços administrativos e de apoio	S54

Fonte: elaborado pelo autor com base na Matriz de insumo para a Colômbia

2.2 O Modelo de Equilíbrio Geral Computável

A partir, do modelo de equilíbrio geral computável, será mensurado o impacto sobre a economia da Colômbia do aumento dos preços internacionais do petróleo. De modo geral, os modelos de Equilíbrio Geral Computável (EGC), utilizam dados econômicos reais com o objetivo de realizar predições acerca dos impactos de fatores externos a uma economia, como por exemplo, mudanças tarifárias, alteração de políticas públicas, dentre outros possíveis choques que podem afetar uma ou mais regiões. Jorgenson (2012), aponta que os modelos de EGC visam demonstrar as questões políticas do mundo real, e que, buscam gerar percepções acerca dos efeitos de potenciais choques nas áreas de comércio, tributação, gastos públicos, seguridade social, demografia, mercados de trabalho e em outras áreas, sendo possível quantificar os impactos nas indústrias locais e nos grupos socioeconômicos.

Esse artigo irá utilizar o modelo Orani_G⁷, calibrado para a Colômbia (HADDAD, 2016). O modelo, está calibrado a partir da Matriz Insumo Produto colombiana para o ano de 2015, sob seu formato original, ou seja, Produto x Setor. Segundo Dixon (1982), o Orani_G possibilita essa formulação, dado que em cenários reais, indústrias produzem mais de um produto, tornando essa abordagem factível.

Horridge (2006), apresenta a estrutura de produção do modelo Orani_G, como dito, cada setor pode produzir um ou mais produtos, usando insumos domésticos, ou importados. Os fatores primários de produção do modelo são: terra, trabalho e capital. O autor indica que no modelo o equilíbrio de fatores primários é obtido através de uma função composta do tipo CES *constant elasticity of substitution*, em que se interagem os três fatores primários presentes no modelo. Os bens intermediários do modelo, também são definidos por funções do tipo CES, cujas proporções se dividem entre insumos importados e domésticos. Assim sendo, as cestas de bens que compõem os insumos da economia, em interação conjunta com os fatores primários, agora sob uma função do tipo Leontief, irão resultar no nível de atividade da economia em

⁷ O Orani_G foi inicialmente formulado como um modelo desagregado para a economia australiana em 1977. Ele é utilizado desde então para análises dos efeitos em indústrias, mercado de trabalho, e, em análises regionais a partir da simulação de variações em tarifas, preços mundiais, taxa de juros, aplicação de subsídios, dentre outras. (DIXON, 1982).

questão. Por fim, os bens são resultantes e produzidos seguindo uma função do tipo CET *constant elasticity of transformation*, tais bens, podem ser destinados ao mercado nacional, ou para exportação.

Para a implementação do exercício de simulação, foi utilizado um fechamento de longo prazo. Nesse cenário, de acordo com Horrigan (2006), os estoques de capital se tornam endógenos e se ajustam no modelo, em contrapartida as taxas de retorno, agora são fixas. Se assume, portanto, um mercado de capital aberto. A taxa de emprego também é fixa, enquanto se permite o ajuste dos salários reais. Por fim, o PIB, sob a ótica das despesas é ajustado pelo consumo das famílias e do governo e a razão entre balança comercial e o PIB é fixa. O investimento agregado seguirá o estoque de capital. O detalhamento do fechamento, com as variáveis exógenas e endógenas está descrito em anexo.

3. Exercício de Simulação

Com objetivo de simular os impactos do aumento dos preços internacionais do petróleo na economia colombiana, será aplicado simultaneamente um choque na variável exógena “ f_{4p_c} ”, que representa uma variação nos preços da demanda por exportações de determinada commodity e na variável “ $pf0cif$ ”, que diz respeito a uma variação nos preços dos importados. Desse modo, irá se mensurar por completo os impactos de aumentos do preço internacional do petróleo.

Em termos gerais, ao modificar os preços mundiais do petróleo, altera-se o comportamento da demanda por exportação, que dado o fechamento do modelo, é guiado pela razão entre preços nacionais e preços mundiais. A demanda externa por produto colombiano c , x_{4c} , é função do preço médio em moeda externa ($p_{4c} - \varphi$) e das variáveis de deslocamento (f_{4x_c}, f_{4p_c}).

$$x_{4c} - f_{4x_c} = \sigma_{Ex,c} (p_{4c} - \varphi - f_{4p_c})$$

Sendo φ a mudança percentual na taxa cambial (numerário do modelo, exógeno); e $\sigma_{Ex,c}$ um parâmetro de elasticidade-preço constante de demanda. Têm-se, portanto, que aqueles produtos que tiverem uma variação nos preços médios em moeda externa ($p_{4c} - \varphi$), superiores a variação nos preços mundiais ($f_{4p_c} = 1\%$), irão ter redução na sua demanda por exportação, e vice-versa. Vale destacar que as demandas por exportação são funções decrescentes de ($p_{4c} - \varphi$). Os preços domésticos são endógenos e se ajustam de acordo com as simulações.

Sob a ótica das importações, espera-se um efeito no volume importado pelo país, que consequentemente, afetará a oferta e demanda interna por esses bens externos. Sob tal, o impacto ocorre diretamente nos preços básicos dos importados, conforme apresentado pela equação abaixo.

$$p_0 = pf0cif + \varphi + t_{0imp}$$

Dado o fechamento adotado, tem-se que a taxa de câmbio (φ) e as tarifas de importação são definidas como exógenas, portanto, o choque afeta de maneira direta os preços básicos dos bens importados.

O choque será aplicado em todos os produtos derivados do petróleo presentes na economia colombiana. Sendo eles: Petróleo bruto; gasolina para automotivos; gasolina mesclada com etanol; querosene para aviação e gás de petróleo. Isto posto, o objetivo ao simular o aumento dos preços nos produtos correlatos decorre de sua ligação com o petróleo bruto, ou seja, assume-se que um aumento nos preços internacionais também é refletido em seus derivados, intensivos em petróleo.

Para a simulação proposta objetiva-se aplicar um choque *ad-hoc* de 1% nos preços mundiais da commodity, permitindo assim, capturar a elasticidade implícita dos preços na

economia colombiana. O principal objetivo é identificar o movimento e os sinais das variáveis, e não realizar previsões em relação aos preços futuros do petróleo.

Devido ao modelo de equilíbrio geral computável utilizar nas suas equações diversas elasticidades, se torna válido apresentar para os produtos petrolíferos, quais os valores das elasticidades de Armington e de Exportação, visto que esses valores irão impactar nos resultados obtidos.

A elasticidade de Armington se insere nas equações de consumo das famílias, investimento e consumo intermediário. Tal elasticidade afeta a escolha dos agentes econômicos entre as commodities produzidas de maneira doméstica, ou importada, a depender do preço. Por sua vez, a elasticidade de exportação, se insere na equação de demanda por exportação. Os produtos que apresentam maiores valores em módulo, são aqueles que tendem a ser mais demandados externamente.

Tabela 2: Parâmetros de Elasticidade

Produtos		Elast. Armington	Elast. Exportação
Petróleo Bruto	P57	2,6	-0,420
Gasolina para automotivos	P157	1,05	-0,648
Gasolina mesclada com etanol	P158	0	-0,648
Querosene	P159	1,05	-0,648
Gás de Petróleo	P162	1,05	-0,648

Fonte: elaborado pelo autor com base no modelo calibrado para a Colômbia (Haddad, 2016)

3.1 Resultados

Em termos macroeconômicos, um aumento dos preços internacionais de petróleo pode acarretar uma variação percentual positiva do PIB, impulsionado por uma variação percentual positiva do consumo das famílias, nível de investimento e gastos do governo. A Tabela 3 apresenta os resultados macroeconômicos após a simulação.

Tabela 32: Indicadores Macroeconômicos

Indicadores Macroeconômicos	Var %
PIB	2,27
Balança Comercial	-2,27
Volume Exportado	-0,45
Volume Importado	1,10
Consumo das Famílias	1,27
Investimento	0,97
Gastos do Governo	2,03
Salário Real	1,50
Índice de Preços ao Consumidor	1,47
Termos de Troca	0,97

Fonte: elaborado pelo autor com base nos resultados.

A variação positiva no PIB é impulsionada pelo aumento dos gastos do governo, que se deslocam de maneira positiva. O investimento e o consumo das famílias também apresentam variações positivas. A variação do consumo pode estar relacionada, em parte, com a flutuação superior dos salários reais, em comparação ao aumento do índice de preços ao consumidor, e os investimentos é, em parte, reflexo da necessidade de aumento da produção para abastecer a nova demanda da economia nacional.

A variação percentual das importações supera as exportações, indicando um potencial déficit comercial no país, no longo prazo. Em especial, pela redução do volume exportado pelo país. Os termos de troca da economia colombiana também apresentaram variação positiva, o que indica, que os preços nacionais estão relativamente superiores aos internacionais. O que pode ser refletido em perda de competitividade internacional em termos de exportações. Por outro lado, devido aos produtos externos estarem relativamente mais baratos, espera-se um aumento das importações. Ao se estabelecer um choque exógeno nos preços de petróleo, se torna necessário avaliar o repasse desse aumento para os produtos colombianos. Tal análise será descrita por meio das variações percentuais dos preços básicos.

Tabela 4: Preços Básicos

Produtos	p0	Var %
Gasolina mesclada com Etanol	P158	1,69
Gás de Petróleo	P162	1,63
Petróleo Bruto	P57	1,12
Gasolina para automotivos	P157	0,95
Querosene	P159	0,69

Fonte: elaborado pelo autor com base nos resultados.

Nota-se que, para a gasolina mesclada, gás de petróleo e petróleo bruto, a variação superou o valor do choque, de 1%. Portanto, tais produtos tendem a perder competitividade internacional no longo prazo, devido ao fato de estarem relativamente mais caros. Dessa maneira, especialmente em relação ao petróleo bruto, ocorre uma redução da participação externa desse produto colombiano, o que pode refletir de maneira direta na queda das exportações do país, devido a tal produto ser o principal produto da pauta de exportação colombiana.

Além da variação nos preços, a produção do país também é impactada tanto a nível nacional, quanto pelas importações. Os resultados de variação percentual na oferta estão descritos na Tabela 5.

Tabela 5: Oferta e Importação de bens

Produtos	Produção	Var%	Produtos	Importação	Var%
Gasolina mesclada com etanol	P158	0,872	Gasolina mesclada com etanol	P158	0,169
Gás de petróleo	P162	0,849	Gás de petróleo	P162	1,494
Gasolina para automotivos	P157	0,509	Gasolina para automotivos	P157	0,621
Querosene	P159	0,381	Querosene	P159	0,238
Petróleo Bruto	P57	0,077	Petróleo Bruto	P57	0,931

Fonte: elaborado pelo autor com base nos resultados

Ao avaliar os impactos do choque na produção, nota-se que todos os produtos petrolíferos tiveram a sua produção impulsionada, apesar da variação nos preços, aumentando assim a oferta nacional desses bens. Sob a ótica das importações, destaca-se os valores positivos para todos os bens, indicando que a oferta nacional também é abastecida por produtos importados após o choque. O aumento das importações pode ser resultado, em parte, da variação superior dos preços nacionais em relação aos importados. A decomposição da oferta está disposta na Tabela 6.

Tabela 6: Decomposição da Oferta

Setores	Decomposição	Mercado Local	Participação Doméstica	Exportação	Total
Gasolina mesclada com etanol	P158	0,904	0,000	-0,032	0,872
Gás de petróleo	P162	0,900	-0,029	-0,022	0,849
Gasolina para automotivos	P157	0,483	0,018	0,007	0,509
Querosene	P159	0,173	0,116	0,091	0,381
Petróleo Bruto	P57	0,118	-0,001	-0,003	0,077

Fonte: elaborado pelo autor com base nos resultados

Ao analisar o destino da variação positiva da produção dos bens petrolíferos, nota-se que o maior impulso desses produtos é o mercado local. Ao analisar a participação doméstica, percebe-se que apenas a querosene apresentou variação positiva relevante, isso ocorre, pois seus preços nacionais estão abaixo dos importados, induzindo um processo de substituição de importações desse bem.

O mesmo se verifica nas exportações, em que apenas tal produto e gasolina para automóveis apresentam um efeito de exportação positivo, também explicado pelos preços relativos. O petróleo bruto, apesar de ser o principal produto exportado pela Colômbia apresenta efeito de exportação negativo, indicando que a variação dos seus preços em um nível superior aos preços mundiais reduz a sua competitividade. Devido a importância do petróleo bruto na Balança Comercial colombiana, esse movimento pode ser um dos catalisadores do aumento do déficit comercial do país na simulação de longo prazo.

Para captar os efeitos sistêmicos do choque a Tabela 7 apresenta a variação percentual nos fluxos intermediários intersetoriais. Para tal foi realizada uma agregação setorial.

Tabela 7: Fluxos Intermediários Intersetoriais

Setores	Var %
Agropecuária	1,705
Setor Extrativista	1,048
Manufaturas Leves	0,896
Manufaturas Pesadas	1,224
Utilidades e Construções	1,405
Transporte, Comércio e Comunicações	1,896
Outros Serviços	1,981

Fonte: elaborado pelo autor com base nos resultados

Nota-se que os efeitos se espalham de maneira mais heterogênea sobre os setores produtivos na Colômbia. Verifica-se, por exemplo, que os setores que englobam os produtos petrolíferos (extrativista e manufaturas pesadas), não se encontram entre os setores que mais variaram seus fluxos intermediários.

Devido ao aumento geral nos preços da economia, inclusive, em maior grau para outros produtos em comparação aos petrolíferos, os insumos para todos os setores se encareceram. Dessa maneira, verifica-se um aumento dos fluxos intermediários, em termos monetários. Na agropecuária, se destacou o setor de pecuária e o de pesca, com os que tiveram aumento em seus fluxos, o que pode ser explicado pelo aumento do consumo das famílias. A agregação dos setores extrativistas, por sua vez, engloba o único setor que individualmente apresentou redução nos seus fluxos intermediários, o setor desagregado de atividades de apoio a extração.

O setor de transporte comércio e comunicações, por sua vez, apresentou variação positiva nos setores interligados a cadeia produtiva do petróleo, como: comércio e atacado, transportes terrestres e transportes aéreos, demonstrando que a variação nos preços da commodity impacta também aqueles setores interligados a produção petrolífera.

3.2 Decomposição dos Choques

Ao utilizar um modelo de equilíbrio geral computável e definir mais de um choque, cada modificação nas variáveis endógenas dependerá de cada um dos choques aplicados. De acordo com Harrison *et al* (1999), esses choques distintos podem ser decompostos com o objetivo de mensurar a contribuição de cada um dos choques para as variações após a simulação. A decomposição dos indicadores macroeconômicos está disposta na Tabela 8.

Tabela 8: Decomposição dos Indicadores Macroeconômicos

Indicadores Macroeconômicos	Var %	F4p	Pf0Cif
PIB	1,69	2,28	-0,59
Volume Exportado	-0,45	-0,62	0,17
Volume Importado	1,04	1,44	-0,39
Varição no Emprego	0	0	0
índice de Preços ao Consumidor	1,48	1,99	-0,51
Consumo das Famílias	1,27	1,75	-0,48
Investimento	0,97	1,30	-0,33
Gastos do Governo	2,03	2,73	-0,69
Termos de Troca	0,97	1,32	-0,35

Fonte: elaborado pelo autor com base nos resultados

A variação percentual positiva do PIB (1,69%) colombiano no longo prazo está ligada, na sua maior parte, à variação nos preços da demanda por exportações (2,28%). Em relação ao volume exportado, percebe-se uma redução em função dos choques conjuntos. Entretanto, novamente o petróleo bruto é responsável pela maior parte dessa redução. Isso ocorre, pois após o choque de simulação, no longo prazo, o petróleo bruto colombiano se tornou relativamente mais caro em relação ao petróleo internacional, ocasionando uma perda de competitividade, e consequente redução das exportações desse bem. Por se tratar do produto de maior exportação do país, essa queda em termos de volume, impacta diretamente nas exportações totais colombianas.

Sob a ótica do volume importado, percebe-se que a variação no preço dos bens exportados (f4p) teve maior contribuição. Esse movimento, corrobora com a variação do volume exportado, indicando uma perda de competitividade do produto em termos relativos, ocasionando, inclusive, um aumento das importações desse bem, que tradicionalmente possui superávit comercial. Por sua vez, a variação no preço dos importados, reflete em um efeito de redução do volume de importação devido ao encarecimento desses bens. Tanto para a variação nos investimentos, quanto nos gastos do governo, nota-se que o choque nos preços mundiais impulsiona de maneira positiva ambas as variáveis. Isto ocorre, em parte, devido a necessidade de maior investimento devido ao aumento dos preços, a variação nos preços de importação reflete de maneira negativa nessas variáveis, devido a redução dos preços de alguns importados, o que retrai o aporte.

A Tabela 9, indica os resultados da decomposição dos choques sobre os preços básicos.

Tabela 9: Decomposição dos Preços Básicos

p0	Var %	F4p	Pf0Cif
Petróleo Bruto	1,12	1,41	-0,28
Gasolina para automóveis	0,955	0,504	0,411
Gasolina mesclada com etanol	1,685	1,989	-0,303
Querosene	0,698	0,213	0,485
Gás de petróleo	1,639	1,881	-0,241

Fonte: elaborado pelo autor com base nos resultados

Ao analisar a variação nos preços básicos dos produtos petrolíferos, no longo prazo, percebe-se que aqueles em que a variação superou o valor do choque (1%), são os que sofreram mais impacto da variação nos preços mundiais da commodity. Esse movimento ocorre, pois, para esses produtos, a transmissão do choque em f4p, tornou tais bens mais caros em relação ao mercado externo. Logo, a importação de tais bens se torna viável e reduz a variação nos preços básicos.

Os impactos se ligam intimamente a variação nos preços relativos, portanto, aqueles produtos que sofrerem uma transmissão superior ao valor do choque, se tornam menos atrativos nacionalmente, e podem incorrer em substituição por produtos importados. A mesma lógica se aplica aos produtos que possuem a exportação como principal destino, como é o caso do petróleo bruto.

3.3 Análise de Sensibilidade

Em um modelo de equilíbrio geral computável, são utilizadas algumas elasticidades, que compõem os parâmetros do modelo. Tais parâmetros podem ser estabelecidos por estimativas econométricas, ou por suposições baseadas no comportamento de cada economia avaliada. Portanto, com objetivo de testar a robustez do modelo, propõe a utilização da análise de sensibilidade.

Na análise de sensibilidade sistemática desse trabalho, utilizou-se a metodologia de quadratura gaussiana proposta por DeYust e Preckel (1997), e contida em alguns trabalhos como Domingues *et al* (2003) e Perobelli (2004). Trata-se o modelo de equilíbrio geral computável como um problema de integração numérico em que pode se obter de maneira simultânea a solução do modelo, com os resultados das variáveis endógenas e seus dois primeiros momentos (média e desvio padrão) dada uma variação nos parâmetros.

O teste de robustez dos parâmetros consistiu na variação em 10% para mais e para menos das elasticidades de exportação e da elasticidade de Armington. Essa variação, busca identificar o movimento das variáveis, dado uma modificação nas elasticidades utilizadas para calibrar o modelo. Sendo assim, espera-se que não haja variação nos sinais, demonstrando que os parâmetros são robustos.

Tabela 103: Teste de Sensibilidade – Elasticidade de Exportação

Indicadores Macroeconômicos	Longo Prazo		
	Simulação %	Média	Desvio Padrão
PIB	2,2711	2,3682	0,4183
Volume Exportado	-0,4578	-0,4780	0,8666
Volume Importado	1,0963	1,1406	0,1913
Varição no Emprego	0	0	0
Consumo Real das Famílias	1,2708	1,3248	0,2346
índice de Preços ao Consumidor	1,4858	1,5487	0,2172

Termos de Troca	0,9763	1,0181	0,1801
-----------------	--------	--------	--------

Fonte: elaborado pelo autor com base nos resultados

Tabela 11: Teste de Sensibilidade – Elasticidade de Armington

Indicadores Macroeconômicos	Longo Prazo		
	Simulação %	Média	Desvio Padrão
PIB	2,2711	2,2903	0,2020
Volume Exportado	-0,4578	-0,4626	0,5015
Volume Importado	1,0963	1,1044	0,0855
Variação no Emprego	0	0	0
Consumo Real das Famílias	1,2708	1,2814	0,1129
índice de Preços ao Consumidor	1,4858	1,4983	0,1311
Termos de Troca	0,9763	0,9845	0,0855

Fonte: elaborado pelo autor com base nos resultados

4. Considerações Finais

Em termos gerais, após a simulação de mudança nos preços mundiais de petróleo, foi possível avaliar os impactos recorrentes desse choque para a economia colombiana. Em termos macroeconômicos, verifica-se uma elevação do PIB, derivado principalmente pelo aumento do investimento e dos gastos do governo. Em geral, nota-se uma variação positiva dos salários reais após o choque, o que pode ser refletido também no aumento do consumo das famílias. Entretanto, os resultados sistêmicos para a economia colombiana no longo prazo, também apontam para uma variação positiva generalizada dos preços básicos da economia.

A variação positiva nos preços não afeta de forma negativa a produção, nota-se um aumento da oferta de bens no país, impulsionado, em parte, pelo aumento do consumo real das famílias e dos fluxos intermediários. A maior demanda por produtos, é refletida no aumento dos fluxos intermediários dos setores no país, devido a maior necessidade de insumos intermediários.

Ao analisar o comportamento da Colômbia no mercado internacional, historicamente, percebe-se que em tempos de alta nos preços do petróleo, a economia colombiana tende a performar de maneira positiva. De acordo com a MIP colombiana, no ano de calibragem do modelo, o petróleo bruto é responsável por 32% das exportações totais do país. Entretanto, no fechamento adotado, o encarecimento do produto colombiano impactou de maneira negativa nas exportações do produto.

A partir do choque de simulação, o principal impacto para a economia colombiana é a transmissão desse choque para os preços básicos da economia. Sob a ótica da balança comercial, as importações aumentaram em um volume superior às exportações, ampliando o déficit comercial do país. Ao analisar os efeitos sob o petróleo bruto, notou-se uma queda da demanda externa desse produto, devido à alta no seu preço, em relação a variação mundial. Têm-se, portanto, uma perda de competitividade internacional desse produto, o que pode indicar uma necessidade de diversificação da pauta exportadora no longo prazo, em cenários de alta dos preços da commodity.

No longo prazo, em termos sistêmicos, ao avaliar a variação nos fluxos totais intermediários e de produção, as maiores variações se concentram nos setores componentes da cadeia produtiva do petróleo, como: produção e distribuição de gás; transportes terrestres e comércio por atacado. Essa análise, corrobora com a conclusão de que a produção petrolífera do país não apresenta grande nível de interligação, acarretando um baixo espriamento dos resultados para outros setores. Essa fragmentação do processo produtivo do petróleo, pode acarretar impactos sobre o crescimento do país, devido à baixa ligação do setor com a economia como um todo. Soma-se ao fato, a alta participação da commodity nas exportações nacionais, o que demonstra

a necessidade de diversificação da pauta de exportação, devido a dependência existente para com o petróleo bruto. No cenário de longo prazo, em que os preços da commodity variaram em maior grau quando comparado aos preços internacionais, há uma perda de competitividade externa do país. Sugere-se, portanto, que economias com baixo grau de diversificação tendem a se tornar mais vulneráveis em situações de volatilidade dos preços da commodity, visto que a perda de competitividade nesses produtos pode ocasionar em um aumento do déficit comercial. Isso também foi verificado em relação aos produtos importados, que ampliaram a sua entrada no país após o choque no longo prazo, indicando uma potencial dependência externa também em outros produtos.

Referências

- BRAGINSKII, O. B. **Crude oil prices: History, forecast, and impact on economy**. Russian Journal of General Chemistry, v. 79, n. 11, p. 2486-2498, 2009. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1134/S1070363209110371>
- DANE, **Exportaciones de café, carbón, petróleo y sus derivados. 1992-2022**, Bogotá, 2022. Disponível em: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/comercio-internacional/exportaciones>
- DANE, **Exportaciones Totales segundo agregación CUCI**, Bogotá, 2022. Disponível em: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/comercio-internacional/exportaciones>
- DANE, **Importaciones Totales segundo agregación CUCI**, Bogotá, 2022. Disponível em: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/comercio-internacional/importaciones#:~:text=De%20acuerdo%20con%20las%20declaraciones,en%20el%20grupo%20de%20Manufacturas>
- DANE, **Matriz Insumo Producto Base – 2015**, Bogotá, 2015. Disponível em: <https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/especiales/Boletin-matriz-insumo-producto-2015.pdf>
- DEYUST, E. A; PRECKEL, P. V. **Sensitivity analysis revisited: A quadrature-based approach**. Journal of Policy Modeling, 19(2), 175-185, 1997. Disponível em: <https://ideas.repec.org/a/eee/jpolmo/v19y1997i2p175-185.html>
- DIXON, Peter B.; JORGENSON, Dale (Ed.). **Handbook of computable general equilibrium modeling**. Newnes, 2012.
- DOMINGUES, E. P; HADDAD, E. A; HEWINGS, G. J. D. **Análise de Sensibilidade em Modelos de Equilíbrio Geral Computável: Uma Aplicação para a Integração Brasileira na ALCA**. Nereus, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003. Disponível em: http://www.usp.br/nereus/wp-content/uploads/TDNereus_19_03.pdf
- DOUMAX, Virginie; PHILIP, Jean-Marc; SARASA, Cristina. **Biofuels, tax policies and oil prices in France: Insights from a dynamic CGE model**. Energy Policy, v. 66, p. 603-614, 2014. Disponível em: https://econpapers.repec.org/article/eeeenepol/v_3a66_3ay_3a2014_3ai_3ac_3ap_3a603-614.htm
- FAN, Ying et al. **The impact of rising international crude oil price on China's economy: an empirical analysis with CGE model**. International Journal of Global Energy Issues, v. 27, n. 4, p. 404-424, 2007. Disponível em:

https://econpapers.repec.org/article/idsijgeni/v_3a27_3ay_3a2007_3ai_3a4_3ap_3a404-424.html

FMI. PIB Colombiano. International Monetary Fund, 2022. Disponível em:

<https://www.imf.org/en/Countries/COL#countrydata>

HADDAD, E; AROCA, P. **Especificação e Implementação de Modelo de Insumo Produto e Modelo de Equilíbrio Geral Computável para a Economia Colombiana**. São Paulo, 2016.

HARRISON, J; HORRIDGE, M; JERIE, M. **Gempack Manual**. Gempack Software, 2014.

Disponível em: <https://www.copsmodels.com/gpmanual.htm>

HARRISON, W.J; HORRIDGE, J.M. **Decomposing Simulation Results with Respect to Exogenous Shocks**. Centre of Policy Studies and the Impact Project. Monash University, Australia. 1999, Disponível em:

<https://www.copsmodels.com/ftp/workpaper/ip-73.pdf>

HORRIDGE, M; FILHO FERREIRA, J. **Linking GTAP to National Models: Some Highlights and a Practical Approach**. GTAP, Purdue. 2003. Disponível em:

<https://www.semanticscholar.org/paper/LINKING-GTAP-TO-NATIONAL-MODELS-%3A-SOME-HIGHLIGHTS-A-Horridge-Filho/29c01c32b03da26812d4cd91189f073c533df22c>

HORRIDGE, Mark. **ORANI-G: A generic single-country computable general equilibrium model**. Clayton: Centre of Policy Studies and Impact Project, Monash University, 2006.

Disponível em: <http://www.usp.br/nereus/wp-content/uploads/oranig06.pdf>

JIMÉNEZ, Juan Ricardo Perilla. **El impacto de los precios del petróleo sobre el crecimiento económico de Colombia**. Revista de economía del Rosario, v. 13, n. 1, p. 75-116, 2010. Disponível em:

https://www.banrep.gov.co/sites/default/files/eventos/archivos/Seminario35_0.pdf

MILLER, Ronald E.; BLAIR, Peter D. **Input-output analysis: foundations and extensions**. Cambridge university press, Cambridge, 2009.

PALACIOS, Luisa et al. **The petroleum sector in latin america: reforming the crown jewels**. Fondations nationale des sciences politiques-CERI, 2002. Disponível em:

<https://www.sciencespo.fr/cei/en/content/petroleum-sector-latin-america-reforming-crown-jewels>

TIMILSINA, Govinda R. **Oil prices and the global economy: A general equilibrium analysis**. *Energy Economics*, v. 49, p. 669-675, 2015. Disponível em:

<https://ideas.repec.org/a/eee/eneeco/v49y2015icp669-675.html>

WORLDBANK. **GDP (Current US\$) – Colômbia**. Banco Mundial, Washington, 2022.

Disponível em: <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD?locations=CO>

Anexo 1 – Fechamento de Longo Prazo

Exógeno	a0com ; mudança na tecnologia CET para commodity
Exógeno	a1 ; Mudanças tecnológicas fluxo intermediário
Exógeno	a1cap ; Mudança técnica de aumento de capital
Exógeno	a1lab_o ; Mudança técnica de aumento no fator trabalho
Exógeno	a1lnd ; Mudança técnica de aumento no fator terra
Exógeno	a1mar ; Mudança de tecnologia de margem no fluxo intermediário
Exógeno	a1oct ; Outra mudança tecnológica de aumento nos ingressos
Exógeno	a1prim ; aumento técnico em todos fatores produtivos
Exógeno	a1tot ; Todas as mudanças técnicas de aumento de produção
Exógeno	a1_s ; Mudança tecnológica, fluxo intermediário imp/dom
Exógeno	a2 ; mudança tecnológica básica no investimento
Exógeno	a2mar ; Mudança tecnológica de margem no investimento
Exógeno	a2tot ; Mudança técnica neutra - investimento
Exógeno	a2_s ; Mudança tecnológica, investimento imp/dom
Exógeno	a3 ; mudança nos gostos das famílias
Exógeno	a3mar ; Mudança tecnológica de margem das famílias
Exógeno	a3_s ; Mudança de gosto, famílias imp/dom
Exógeno	a4mar ; Mudança tecnológica de margem na exportação
Exógeno	a5mar ; Mudança tecnológica de margem no governo
Exógeno	capslack ; Variável slack para permitir fixação de capital agregado.
Exógeno	delPTXRATE ; Mudança na alíquota do imposto sobre a produção
Exógeno	f0tax_s ; mudança geral de impostos sobre as vendas
Exógeno	f1lab ; variável de mudança no salário
Exógeno	f1lab_i ; mudança no salário por ocupação específica
Exógeno	<i>employ_i</i> ; emprego total
Exógeno	f1lab_o ; mudança no salário por indústria específica
Exógeno	f1oct ; mudança nos preços de outros custos
Exógeno	f1tax_csi ; % mudança nos impostos sobre uso intermediário
Exógeno	f2tax_csi ; % mudança nos impostos sobre investimento
Exógeno	f3tax_cs ; % mudança nos impostos sobre consumo das famílias
Exógeno	f4p ; mudança nos preços de demanda por exportação
Exógeno	f4p_ntrad ; mudança uniforme nos preços coletivos de exportados
Exógeno	f4q ; mudança na quantidade demandada de exportados
Exógeno	f4q_ntrad ; mudança uniforme na quantidade demandada coletiva de exportados
Exógeno	f4tax_ntrad ; % mudança uniforme nos impostos de “non-tradables”
Exógeno	f4tax_trad ; % mudança nos imposto de exportação nos “tradables”
Exógeno	f5 ; mudança na demanda do governo
Exógeno	f5tax_cs ; % mudança nos impostos do consumo do governo
Exógeno	x5tot; razão entre f5tot e real ind impostos
Exógeno	delx6 ; mudança na regra para estoques
Exógeno	<i>f5tot2</i> ; link entre demanda do governo e total de famílias
Exógeno	pf0cif ; C.I.F. preços de importação em moeda estrangeira
Exógeno	phi ; taxa de câmbio
Exógeno	q ; Número de famílias

Exógeno t_{0imp} ; poder das tarifas
Exógeno ***DelB*** ; balança comercial/pib
Exógeno ***gret*** ; taxa de retorno setorial
Exógeno x_{1lnd} ; Uso da terra
Exógeno ***finv2*** ; Investimento segue investimento agregado
Resto Endógeno;

Fonte: elaborado pelo autor com base no Gempack