

IMPACTO DA VARIAÇÃO DO PREÇO DO GÁS NATURAL NA ECONOMIA CAPIXABA¹

Felipe Meirelles Bittencourt Coelho Nunes²

Everlam Elias Montibeler³

Rodrigo Straessli Pinto Franklin⁴

Daniel Rodrigues Cordeiro⁵

Júlia Bragatto Grobério⁶

O objetivo deste trabalho foi estimar o impacto econômico resultante de uma redução do preço do gás natural na economia do Espírito Santo. Para isso, foi utilizada a metodologia da matriz de insumo-produto do estado (MIP-ES). A redução do preço do gás natural é considerada um choque exógeno, sendo aplicada de forma proporcional em diferentes setores da economia. Ao se aplicar uma redução hipotética de 48,2% no preço do gás, percebeu-se que a produção total aumentou 0,53%. Os resultados encontrados são importantes para guiar o gestor público em suas decisões, podendo até mesmo se observar o retorno esperado, por meio da arrecadação de tributos. Por fim, este estudo pode ser replicado futuramente, levando em conta outras variáveis que foram aqui desconsideradas, como a atração de novos investimentos para o estado.

Palavras-chave: matriz de insumo-produto; gás natural; economia capixaba.

IMPACT OF VARIATION IN THE PRICE OF NATURAL GAS ON THE ECONOMY OF CAPIXABA

The objective of this work was to estimate the economic impact resulting from a reduction in the price of natural gas on the economy of Espírito Santo. For this, the state Input Product Matrix (MIP-ES) methodology was used. The reduction in the price of natural gas is considered an exogenous shock, being applied proportionally in different sectors of the economy. When applying this hypothetical reduction of 48.2% in the price of gas, it was noticed that total production increased by 0.53%. These results found are important to guide public managers in their decisions, and can even observe the expected return through tax collection. Finally, this work can be replicated in the future, taking into account other variables that were disregarded here, such as attracting new investments to the state.

Keywords: input-output matrix; natural gas; Espírito Santo economy.

1. DOI: <https://dx.doi.org/10.38116/ppp70art6>.

2. Pesquisador bolsista do LabCidades na Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes). *E-mail:* felipe.meirelles.bittencourt@gmail.com. Lattes: <https://lattes.cnpq.br/6213074211542578>. Orcid: <https://orcid.org/0009-0009-9812-5189>.

3. Professor no Departamento de Ciências Econômicas da Ufes; docente permanente no Programa de Pós-Graduação em Economia Regional e Desenvolvimento da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (PPGER/UFRJ); e coordenador do LabCidades da Ufes. *E-mail:* everlamelias@gmail.com. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4076104093284079>. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8899-8669>.

4. Professor no Departamento de Ciências Econômicas da Ufes; e coordenador do LabCidades da Ufes. *E-mail:* rodrigo.franklin@ufes.br. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7268139028891824>. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2698-2826>.

5. Professor no Departamento de Administração da Universidade Iguazu (Unig) e do Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ); e membro do LabCidades da Ufes. *E-mail:* danielrodriguesco@gmail.com. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2714927854880902>. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3127-7083>.

6. Pesquisadora bolsista de iniciação científica da Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo (Fapes); e membro do LabCidades da Ufes. *E-mail:* jbg.julia@gmail.com. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1410935059796614>. Orcid: <https://orcid.org/0009-0001-5569-7840>.

IMPACTO DE LA VARIACIÓN DEL PRECIO DEL GAS NATURAL EN LA ECONOMÍA CAPIXABA

El objetivo de este trabajo fue estimar el impacto económico resultante de una reducción en el precio del gas natural en la economía del estado de Espírito Santo. Para ello, se utilizó la metodología de la Matriz de Insumo-Producto del estado (MIP-ES). La reducción en el precio del gas natural se considera un choque exógeno, aplicándose de manera proporcional en diferentes sectores de la economía. Al aplicar esta reducción hipotética del 48,2% en el precio del gas, se observó un aumento del 0,53% en la producción total. Estos resultados son relevantes para orientar a los gestores públicos en sus decisiones, permitiéndoles incluso estimar el retorno esperado a través de la recaudación de impuestos. Finalmente, este estudio puede replicarse en el futuro, considerando otras variables que no fueron incluidas en este análisis, como la atracción de nuevas inversiones para el estado.

Palabras clave: matriz de insumo-producto; gas natural; economía de Espírito Santo.

JEL: R10; R11; R15.

1 INTRODUÇÃO

A crescente importância do gás natural como insumo energético tem impulsionado debates sobre sua participação na matriz energética brasileira, especialmente no contexto de estados produtores, como o Espírito Santo. Considerado um combustível de transição energética por emitir menos dióxido de carbono (CO₂) do que o carvão e o petróleo, o gás natural tem se consolidado como alternativa estratégica para aumentar a competitividade da indústria nacional e reduzir impactos ambientais (Teixeira *et al.*, 2021).

Além disso, o gás natural é consumido pelos setores industriais, pelas famílias e pelo comércio; portanto, ao se reduzir o seu preço, a renda disponível desses setores se eleva, podendo influenciar significativamente as atividades produtivas e os indicadores econômicos locais.

O Espírito Santo conta com seu Fundo Soberano (Funeses), o mais bem avaliado não só do Brasil, mas também da América Latina.⁷ Os *royalties* gerados pela extração de gás natural têm contribuído significativamente para o investimento em setores estratégicos da economia capixaba. A produção de gás natural amplia os recursos destinados ao Funeses, fortalecendo sua capacidade de investimento em áreas prioritárias. O Programa Funeses ESG e Desenvolvimento destinou até R\$ 250 milhões para projetos nas áreas de indústria, energia, educação e saúde (Funeses [...], 2023). Por seu turno, o Fundo de Descarbonização recebeu R\$ 500 milhões, voltados a iniciativas relacionadas a energias renováveis, reflorestamento e eficiência energética (Governador [...], 2024).

Como apontado em CNI (2018), em 2017, o setor industrial foi responsável pelo consumo de aproximadamente 48,0% do total do mercado de gás natural.

7. Disponível em: <https://iefs.com.br/#ranking>.

Ademais, a proporção de gás natural no consumo total de combustíveis fósseis aumentou de 18,6%, em 1971, para 29,7% em 2021. Isso se deve ao fato de que as emissões de gases de efeito estufa provenientes do uso de gás natural são menores em comparação com as emissões geradas pelo uso de carvão ou petróleo para se obter a mesma quantidade de energia (Lee, Kim e Yoo, 2023).

Esse aumento da demanda pelo gás natural também demonstra a dependência dos países, como é o caso dos países da América do Norte, em que, até 2020, a extração de gás natural e seu uso no setor elétrico atingiram níveis recordes. A crescente dependência do gás natural na região, combinada com uma possível interrupção no fornecimento desse recurso ao mercado, traz várias implicações para a segurança energética (Brown *et al.*, 2021).

Em 2013, o gás natural representou 21,0% da matriz energética global, um expressivo aumento em comparação aos 16,0% registrados em 1971. Projeta-se um crescimento considerável no uso do gás natural nas próximas décadas, com uma previsão de que sua participação na matriz energética global aumente entre 23,0% e 24,0% até 2040, conforme os cenários de “novas políticas” e “políticas atuais” (Burke e Yang, 2016).

No Brasil, o Espírito Santo ocupa posição de destaque na produção de gás natural, respondendo por cerca de 10% do total produzido no país em 2023.⁸ O estado reúne características relevantes para a expansão da cadeia produtiva do gás, como infraestrutura de escoamento, unidades de processamento, gasodutos de transporte e consumo industrial concentrado. Essa relevância torna o Espírito Santo um ambiente propício para análises que envolvam o comportamento do preço do gás natural e seus desdobramentos econômicos.

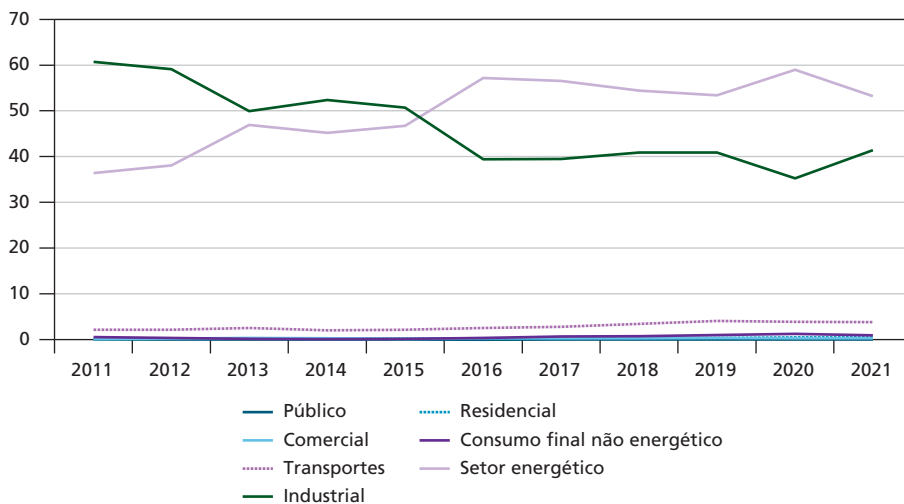
A promulgação da Lei nº 14.134/2021, conhecida como Nova Lei do Gás, estabeleceu um novo marco regulatório para o setor, objetivando promover a concorrência, atrair investimentos privados e reduzir os custos para os consumidores finais (Brasil, 2021). A legislação rompeu com o modelo verticalizado anterior, facilitando a entrada de novos agentes na infraestrutura de transporte e distribuição do gás. No Espírito Santo, espera-se que tais mudanças incentivem a expansão industrial, atraiam novos empreendimentos e fortaleçam a base produtiva local (Morais, 2021).

Nesse cenário, compreender os impactos econômicos da redução do preço do gás natural no estado é fundamental para subsidiar decisões de política pública, planejamento energético e estratégias de desenvolvimento regional. A literatura aponta que a queda no preço do gás pode gerar efeitos multiplicadores na economia, ao

8. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiaNzVmNzI1MzQtNTY1NC00ZGVhLTk5N2ItNzBkMDNhY2IxZTlxlwiwCI6jQOOTImNGZmLTl0YTYtNGl0Mi1iN2VmLTExNGFmY2FkYzIxMjY1>. Acesso em: 6 jul. 2024.

GRÁFICO 2

Evolução da participação do consumo de gás natural por setor – Espírito Santo (2011-2021)
(Em %)



Fonte: ARSP (2023).

Elaboração dos autores.

Ademais, o gás natural tem uma ampla gama de aplicações, incluindo o uso em termoelétricas, residências, comércio, indústria e veículos automotivos. Ele também é uma matéria-prima essencial na indústria petroquímica, sendo utilizado na fabricação de plásticos, tintas, fibras sintéticas e borracha, assim como na indústria de fertilizantes, para a produção de ureia, amônia e seus derivados (Reis, 2018). Além disso, é fundamental para a produção de petróleo (Mendes *et al.*, 2015).

Diversos estudos têm demonstrado a correlação positiva entre o custo do gás natural e o desempenho econômico de regiões industrializadas. A redução nos preços desse insumo energético pode impactar diretamente a competitividade dos setores produtivos, especialmente aqueles com uso intensivo de energia, a exemplo das indústrias química, metalúrgica e de cerâmica (Butt, Khan e Xia, 2024). Saliente-se também que estudos como o de Nejadi *et al.* (2024) destacam que o custo da energia influencia decisões de localização industrial, sugerindo que regiões com gás natural mais barato tendem a atrair novos investimentos, ampliando sua base produtiva e gerando efeitos multiplicadores sobre a renda e o emprego. Portanto, políticas de redução do custo do gás têm potencial não apenas de estimular setores consumidores, mas também de induzir transformações estruturais no tecido produtivo local.

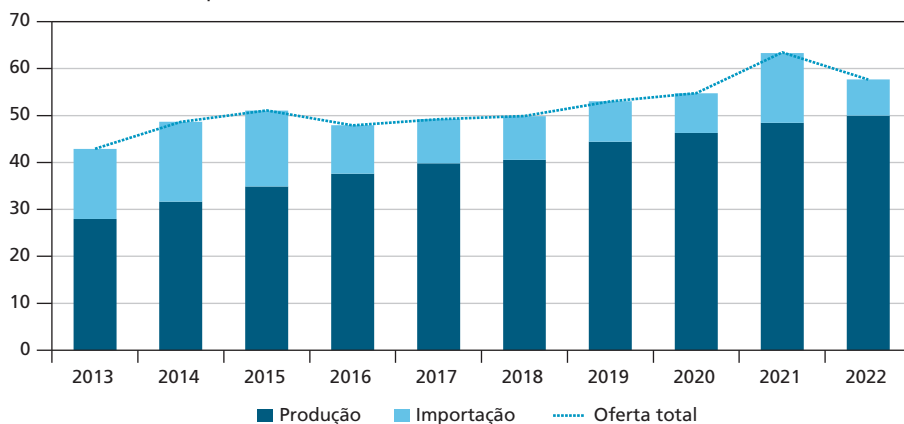
Esse insumo possui uma vantagem ambiental sobre o óleo e o carvão, pois emite menos dióxido de carbono (CO₂), um dos principais gases que contribuem para o agravamento do efeito estufa (Reis, 2018). Além disso, o gás natural é considerado

um importante insumo energético, que possui alto potencial, podendo substituir a utilização da lenha, do petróleo ou do carvão, por exemplo, que são fontes de energia mais poluentes (Teixeira *et al.*, 2021).

No entanto, o gás natural ainda compete com fontes renováveis, como a biomassa e a energia solar, cuja participação na matriz brasileira tem crescido. Enquanto o gás oferece estabilidade e capacidade de geração firme, as fontes renováveis apresentam menor impacto ambiental, embora com desafios de intermitência e armazenamento (EPE e IEA, 2022). A escolha entre as fontes energéticas deve considerar critérios de custo, disponibilidade regional, sustentabilidade e complementaridade entre as tecnologias.

É importante observar como tem se comportado a oferta do gás natural em sua totalidade, ou seja, a quantidade produzida mais a quantidade importada, até a sua disponibilização para o consumidor final. Nesse aspecto, o gráfico 3 revela que o Brasil tem elevado a participação da sua produção na oferta total, reduzindo-se a dependência do mercado externo. No ano de 2013, a produção representou 65,2% da oferta total, enquanto em 2022 representou 86,6%, ao passo que a produção total cresceu cerca de 78,7% neste período. Por outro lado, as importações perderam espaço, reduzindo-se cerca de 48,3%, no mesmo período, conforme dados fornecidos pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), por meio do Balanço Energético Nacional – BEN (EPE, 2023).

GRÁFICO 3

Produção e importação de gás natural (2013-2022)(Em 1 mil m³ tep.)

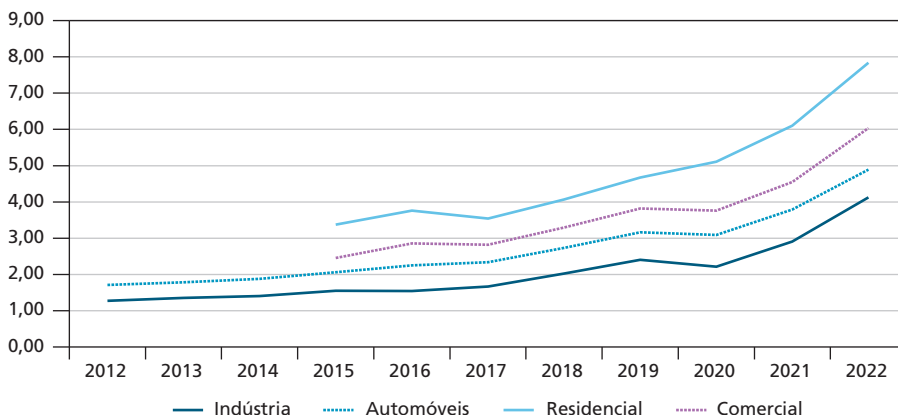
Fonte: EPE (2023).

Elaboração dos autores.

Porém, nem toda quantidade ofertada inicialmente será disponibilizada para o consumo final. De acordo com os dados fornecidos pela EPE (2023), observou-se que existem cinco outras principais destinações para o gás natural, antes de este ser oferecido ao consumo final, a saber: a absorção nas unidades de processamento de gás natural (UPGNs), a parcela não aproveitada, o consumo nas unidades de exploração e produção (setor energético), a parcela consumida nas centrais elétricas e a reinjeção.

Por fim, cabe agora demonstrar qual tem sido o comportamento do preço do gás natural ofertado para as indústrias, residências, veículos e comércio. Para isso, foram utilizados os dados provenientes dos boletins mensais de acompanhamento da indústria de gás natural, elaborados pelo Ministério de Minas e Energia (Brasil, 2023). O gráfico 4 permite compreender que os preços observados em todos os setores mantiveram uma trajetória de alta, principalmente entre 2020 e 2022.

GRÁFICO 4
Evolução do preço do gás natural por setor (2012-2022)
(Em R\$/m³)



Fonte: Brasil (2023).
Elaboração dos autores.

É importante salientar que os preços do gás natural variam significativamente entre os países, devido aos custos de transporte por gasoduto ou na forma liquefeita, políticas locais de impostos e subsídios, entre outros fatores. Segundo Burke e Yang (2016), a Agência Internacional de Energia (AIE) estimou que, em 2014, os subsídios aos consumidores de gás natural somaram US\$ 107 bilhões em todo o mundo. Ainda de acordo com esses autores, as estimativas da elasticidade de preço da demanda de gás natural variam significativamente entre os países, mas a elasticidade média de longo prazo fica em torno de -1,25. Isso significa que um aumento de 1% no preço do gás natural levaria a uma redução de aproximadamente 1,25% na demanda.

A recente política da China busca aumentar a participação do gás natural no fornecimento de energia no país. Historicamente, os preços do gás natural eram altamente regulados para proteger os consumidores, mas essa abordagem não incentivava adequadamente os fornecedores, resultando frequentemente em escassez. Em resposta, uma reforma foi testada nas províncias de Guangdong e Guangxi, em 2011, e implementada em todo o país em 2013. Essa reforma visa estabelecer um mecanismo de preços mais orientado pelo mercado. Houve um progresso substancial em direção a uma maior previsibilidade e transparência nos preços, que agora estão mais alinhados com os preços internacionais do óleo combustível e do gás liquefeito de petróleo – GLP (Paltsev e Zhang, 2015).

Por fim, os resultados encontrados por Domfeh (2023) indicam que o mercado de gás natural nos Estados Unidos é sensível a variações de temperatura no curto prazo. Ademais, os preços do petróleo bruto e do carvão têm efeitos de longo prazo sobre os preços do gás natural, ocasionando choques de demanda específicos de energia. O estudo revela que os preços do carvão foram responsáveis por cerca de 73% da variabilidade dos preços do gás natural durante o período analisado (Domfeh, 2023).

3 METODOLOGIA

Para calcular os impactos de uma redução do preço do gás natural na economia capixaba, foi utilizada a MIP-ES. A MIP permite analisar a interdependência entre diferentes setores de uma economia, mostrando como cada setor utiliza os bens e serviços produzidos pelos outros como insumos para sua própria produção (Leontief, 1951). Ela pode ser utilizada para identificar os setores-chave e as relações de interdependência entre os setores, bem como para avaliar o impacto de mudanças nas demandas de um setor escolhido, ou, ainda, o impacto causado pelo investimento em outro (Carvalho, 1998). Ressalta-se que essa estimação pode ser feita alterando a demanda em vários setores ao mesmo tempo.

A MIP-ES é dada pela equação (1), que segue Miller e Blair (2009):

$$X_i = z_{i1} + z_{i2} + \dots + z_{i35} + y_i \quad (1)$$

Na equação, o vetor z representa as vendas intersetoriais, ou o consumo intermediário de um bem ou serviço; o vetor y representa o consumo final, que contém as exportações, o consumo do governo, das instituições sem fins lucrativos, das famílias, a formação bruta de capital fixo e a variação dos estoques; por fim, o vetor X representa o valor total da produção.

Em notação matricial, o modelo pode ser explicado pela seguinte equação:

$$X = z + y \quad (2)$$

Partindo da equação (2), tem-se que $z = AX$, onde A é uma matriz de coeficientes técnicos, podendo-se chegar à equação denominada inversa de Leontief, e, ao multiplicá-la pelo vetor de demanda final (y), obtém-se o vetor da produção setorial (Carvalho, 1998), conforme a equação (3):

$$X = (I - A)^{-1}y \quad (3)$$

Vale ainda ressaltar que a MIP possui certas premissas para ser aplicada, sendo as principais delas linearidade, homogeneidade, coeficiente tecnológico constante e rigidez nos preços.

Para se estimar o aumento da renda disponível para o consumo, por parte dos três setores selecionados – industrial, residencial e comercial –, após uma queda do preço do gás natural, foram analisados os dados de consumo de cada um desses, além dos preços praticados para cada um. Saliente-se que todos os dados foram concernentes a 2015, visto que os dados da MIP-ES também são do mesmo ano. Como a elaboração de uma MIP é um processo demorado e oneroso – e que não requer atualização em intervalos de tempo curtos –, é fundamental que os dados utilizados estejam, preferencialmente, referenciados ao mesmo ano da matriz. Em casos específicos, no entanto, é possível utilizar os coeficientes técnicos estimados em um determinado ano juntamente com dados de outro período.

Por fim, as informações referentes aos preços foram fornecidas pelo Ministério de Minas e Energia, por meio do *Boletim mensal de acompanhamento da indústria de gás natural* (Brasil, 2023), ao passo que os dados de consumo foram fornecidos pelo *Balanco energético do estado do Espírito Santo* (ARSP, 2023), conforme sintetizado na tabela 1.

TABELA 1
Dados selecionados por setor (2015)

Setor	Preço (a) (R\$/m ³)	Consumo (b) (1 milhão de m ³)	Valor gasto (c = a * b) (R\$ 1 milhão)
Transporte	2,06	33,00	67,98
Residencial	3,37	2,80	9,44
Comercial	2,42	2,60	6,28
Industrial	1,55	789,50	1.221,09

Fonte: Brasil (2023) e ARSP (2023).
Elaboração dos autores.

Além disso, o preço do gás natural foi reduzido de acordo com a nota conjunta do Ministério da Economia e do Ministério de Minas e Energia (Brasil, 2019), que estima que o preço do gás natural, a partir do novo marco legal do setor, fique entre US\$ 6,00/MMBtu e US\$ 7,00/MMBtu; portanto, foi considerado aqui o valor de US\$ 6,50/MMBtu. O preço do gás natural observado para a indústria

em 2015 foi de US\$ 12,56/MMBtu, ou seja, neste cenário hipotético, seu preço cairia cerca de 48,2%. Portanto, essa foi a redução aplicada no preço do gás para todos os setores.

A partir dos dados selecionados, foi aplicada uma redução do preço do gás natural, com aumento da renda disponível dos três setores, considerando-se que a quantidade de energia consumida será constante. A tabela 2 demonstra qual seria o valor gasto por cada um dos setores, nesse cenário hipotético, com uma redução de 48,2% do preço do gás natural.

TABELA 2
Novo valor gasto por cada setor

Setor	Valor gasto em 2015 (R\$ 1 milhão)	Novo preço (-48,2%) (R\$/m ³)	Novo valor gasto (R\$ 1 milhão)
Transportes	67,98	1,07	35,18
Residencial	9,44	1,74	4,88
Comercial	6,28	1,25	3,25
Industrial	1.221,09	0,80	631,94

Fonte: Brasil (2023) e ARSP (2023).
Elaboração dos autores.

Em posse do novo valor gasto, pôde-se, enfim, estimar qual seria o aumento da renda disponível para cada um dos setores. A tabela 3 apresenta estes resultados.

TABELA 3
Aumento da renda disponível de cada setor
(Em R\$ 1 milhão)

Setor	Valor gasto em 2015 (a)	Novo valor gasto (b)	Renda disponível (c = a - b)
Transportes	67,98	35,18	32,80
Residencial	9,44	4,88	4,55
Comercial	6,28	3,25	3,03
Industrial	1.221,09	631,94	589,16
Total	1.304,79	675,25	629,54

Elaboração dos autores.

Esse aumento na renda disponível gera um aumento na demanda, que foi distribuído de acordo com uma proporção do que cada um desses três setores já demanda dos 35 setores presentes na MIP-ES. A tabela 3 informa qual o aumento da renda disponível, ou seja, o crescimento da demanda de cada setor, devendo, portanto, esse incremento ser aplicado proporcionalmente em cada um dos 35 setores.

Portanto, a demanda das famílias aumentaria cerca de R\$ 37,35 milhões (R\$ 32,8 milhões do consumo em seus veículos e R\$ 4,55 milhões do consumo residencial). Além disso, a demanda do setor comercial aumentaria cerca de R\$ 3,03 milhões. O principal impacto seria advindo do setor industrial, que ampliaria sua demanda em cerca de R\$ 589,16 milhões.

Distribuído proporcionalmente, esse aumento hipotético da demanda seria absorvido principalmente pelo setor de “comércio por atacado e a varejo”, que receberia cerca de 51,8% do aumento total da demanda, enquanto o de “metalurgia” absorveria 5,9%, e o de “alimentos e bebidas”, 4,7%. Portanto, a demanda pelo setor de “comércio por atacado e a varejo” aumentaria em R\$ 326,2 milhões; pelo de “metalurgia”, em R\$ 36,8 milhões; e pelo de “alimentos e bebidas”, em R\$ 29,5 milhões. O setor que menos teria sua demanda alterada, com exceção dos serviços públicos, que não apresentariam qualquer variação, seria o de “refino de petróleo, coquerias e fabricação de biocombustíveis”, que absorveria cerca de R\$ 0,2 milhão da nova demanda.

Por fim, o novo vetor de demanda foi multiplicado pela matriz inversa de Leontief, conforme a equação (3), gerando-se assim os novos valores de produção de cada setor, necessários para suprir essa nova demanda hipotética, estimando-se ainda quantos empregos seriam gerados, quanto o estado do Espírito Santo iria arrecadar de impostos, como as importações e as exportações seriam afetadas, e qual seria o novo PIB do estado.

É importante enfatizar que outros trabalhos com objetivos correlatos também utilizaram a MIP para alcançar seus resultados, demonstrando assim a potencialidade dessa ferramenta metodológica.

Kim, Kim e Yoo (2020) descrevem que a MIP tem sido amplamente utilizada para avaliar os impactos econômicos da cadeia de demanda e suprimento na produção de bens e serviços. Esses autores buscaram estudar o setor de mineração da Coreia do Sul, uma vez que foi identificado que ele vinha desempenhando um papel na provisão de fornecimento estável de minerais para a produção industrial e a sobrevivência humana.

A MIP pode calcular os impactos econômicos quantitativos de um setor específico tanto na economia nacional como em outros setores. Assim, Lee, Kim e Yoo (2023) examinaram o papel do setor de fornecimento de gás natural na economia nacional, aplicando a análise de insumo-produto à Coreia do Sul e ao Japão. Por sua vez, Burke e Yang (2016) utilizaram dados nacionais de uma amostra de 44 países, entre 1978 e 2011, para calcular estimativas agregadas das elasticidades de preço e renda na demanda por gás natural.

Algumas observações sobre o modelo devem ser feitas. Embora a hipótese de consumo constante seja comum em simulações estáticas, ela implica uma limitação importante do modelo, pois desconsidera possíveis reações da demanda a mudanças no preço. A literatura aponta que a demanda por gás natural é sensível ao preço, com elasticidades-preço de longo prazo próximas de $-1,25$, o que sugere que reduções nos preços tenderiam a aumentar ainda mais o consumo (Burke e Yang, 2016). Portanto, os resultados deste estudo podem representar uma estimativa conservadora dos impactos totais.

Outra limitação metodológica refere-se às premissas da própria MIP: linearidade, homogeneidade dos produtos, ausência de retornos de escala, e coeficientes técnicos fixos ao longo do tempo (Leontief, 1951). Esses pressupostos não capturam mudanças tecnológicas ou substituições entre insumos, o que limita a capacidade preditiva do modelo em horizontes mais longos ou sob mudanças estruturais significativas (Guilhoto e Sesso Filho, 2010). No entanto, ele continua sendo amplamente utilizado em estudos de impacto setorial e regional, justamente por sua capacidade de capturar os efeitos encadeados dentro de estruturas econômicas complexas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

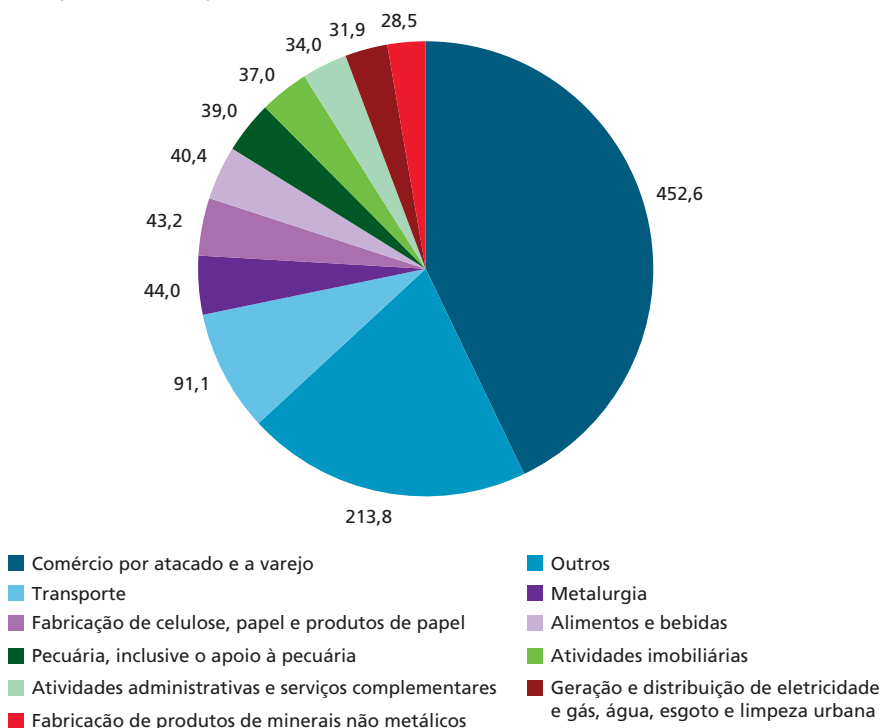
A partir dos dados apresentados na tabela 2, foi estimada a alteração na demanda de cada setor, a qual foi multiplicada pela matriz inversa de Leontief, proporcionando os resultados expostos nos parágrafos seguintes.

Ao aplicar essa alteração na demanda no valor de R\$ 629,54 milhões, os setores de “comércio por atacado e a varejo” (+R\$ 452,61 milhões), “transportes” (+R\$ 91,09 milhões) e “metalurgia” (+R\$ 44,04 milhões) foram os que tiveram maior aumento na produção, em termos absolutos. Em termos relativos, os destaques foram, primeiramente, o setor de “comércio por atacado e varejo”, com uma variação positiva de 1,87%, e em seguida o da “pecuária, inclusive o apoio à pecuária”, com incremento de 1,81% (+R\$ 39,02 milhões).

Os valores apresentados no gráfico 5 referem-se, exclusivamente, a quanto a produção de cada setor capixaba aumentaria, por consequência da redução do preço do gás natural. De forma geral, a produção total teria um crescimento de R\$ 1.055,62 milhões. Ou seja, o aumento de R\$ 629,54 milhões na demanda total causaria um impacto de 67,7% a mais na produção total. Por seu turno, em termos relativos, a variação da produção total seria de cerca de +0,53%.

GRÁFICO 5

Dez setores que apresentaram maior aumento de produção
(Em R\$ 1 milhão)



Elaboração dos autores.

A própria MIP pode explicar o motivo pelo qual o setor de “comércio por atacado e a varejo” precisaria aumentar tanto a sua produção para suprir o aumento da demanda total, visto que o maior impacto da demanda é advindo da indústria. Ressalte-se que, entre todos os setores industriais, o de “metalurgia” é o que possui maior consumo intermediário, e, entre os setores dos quais ele mais consome, o principal é o de “comércio por atacado e a varejo”.

Além disso, os setores de “alimentos e bebidas” e “fabricação de produtos de minerais não metálicos”, respectivamente o segundo e o terceiro mais relevantes na indústria em termos de consumo intermediário da produção capixaba, também consomem principalmente do setor de “comércio por atacado e a varejo” – ou seja, a produção industrial do Espírito Santo demanda fortemente este setor.

No gráfico 6, podem ser observadas as mudanças em alguns agregados econômicos, como a produção, os impostos arrecadados, o PIB estadual, o fator trabalho, o consumo das famílias, as importações e as exportações, entre outros.

Com a variação do preço do gás natural, o PIB capixaba cresceria cerca de 0,16%, ou, em termos absolutos, aproximadamente R\$ 188,76 milhões. Pode-se também destacar o aumento da arrecadação de Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS), que cresceria cerca de 0,64% (R\$ 24 milhões), indicando que, caso o preço do gás natural realmente chegasse ao patamar de US\$ 6,5/MMBtu, o Estado arrecadaria mais R\$ 24 milhões somente de ICMS, além de imposto sobre a importação (mais R\$ 1,78 milhão), do Imposto sobre Produtos Industrializados – IPI (mais R\$ 2,12 milhões) e outros impostos (mais R\$ 13,76 milhões). Ou seja, neste cenário hipotético, a redução do preço do gás natural, por meio de efeitos diretos e indiretos, geraria para a economia capixaba aproximadamente R\$ 230 milhões.

Ademais, outra variável importante de se observar é o aumento das remunerações, que variariam cerca de 0,47%, um aumento de R\$ 215,18 milhões, além de serem criados 12 mil novos empregos (variação relativa de 0,62%). Outras variáveis importantes referem-se à importação e à exportação: com as variações proporcionadas pela redução do preço do gás natural na economia capixaba, a importação total cresceria R\$ 140,74 milhões (+0,49%), sendo R\$ 118,89 milhões de importação interestadual; e a exportação cresceria R\$ 163,15 milhões (+0,29%), sendo que R\$ 79,3 milhões do total se destinaria a outros países.

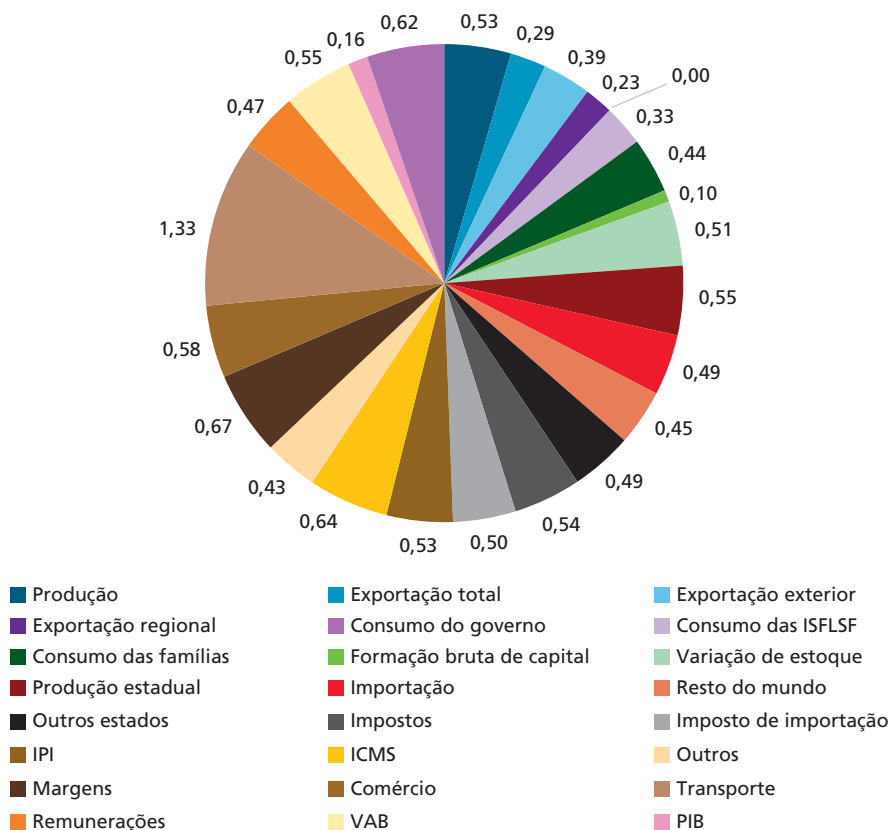
Outros trabalhos também observaram esta relação entre o preço do gás natural e as variáveis econômicas locais, como o de Butt, Khan e Xia (2024), o qual verificou que a redução dos preços do gás natural diminuiu os custos de produção, aumentando a competitividade das indústrias e impulsionando o crescimento econômico local. Por sua vez, Nejati *et al.* (2024) identificaram que a expansão de indústrias devido a custos de energia mais baixos pode levar à criação de empregos e ao aumento da renda disponível.

Outros pontos também foram abordados por diversos autores em relação ao gás natural. Pode-se mencionar o trabalho de Dong e Kong (2016), no qual se verificou que um aumento de 10% nos riscos de importação de gás natural da China resultou em um impacto de - ¥ 2.305,2 milhões (-0,24%) no PIB. Esse impacto varia entre os setores domésticos, sendo os setores de extração de petróleo e gás (S3) e produção e fornecimento de gás (S24) os mais afetados.

Kim, Kim e Yoo (2020) verificaram, em seu estudo na Coreia do Sul, os efeitos de indução de produção, de criação de valor adicionado e de salários, indicando a quanto corresponde US\$ 1 de produção ou investimento em um setor, em relação a outros setores. Um dólar de produção ou investimento nos setores de carvão, petróleo bruto e gás natural, minérios metálicos e mineração de minerais não metálicos gerou impactos positivos nos demais setores. E Lee, Kim e Yoo (2023) observaram os mesmos resultados em estudo relacionado à Coreia do Sul e ao Japão.

Desse modo, demonstra-se que o custo do gás natural é relevante para diversos *stakeholders*, devido à sua importância na indústria de aquecimento, refrigeração e geração de eletricidade. Assim, a compreensão da formação dos preços do gás natural é essencial tanto para a macroeconomia quanto para a microeconomia (Domfeh, 2023). Para Brown *et al.* (2021), os choques nos preços do gás natural podem ter uma influência substancial sobre o comércio internacional de eletricidade. Ainda de acordo com os autores, no estudo realizado com países da América do Norte, notou-se que o gás natural se comporta como um complemento às energias renováveis no curto prazo, e como um substituto no longo prazo, o que é agravado ou mitigado por custos renováveis mais altos ou mais baixos.

GRÁFICO 6
Impacto nas variáveis selecionadas
(Em %)¹



Elaboração dos autores.

Nota: ¹ Termos relativos.

Obs.: VAB – Valor Adicionado Bruto; ISFLSF – Instituições sem fins de lucro a serviço das famílias.

É importante ressaltar que outros efeitos não foram considerados neste trabalho, visto que o objetivo era focar somente o impacto causado pelo aumento da demanda das famílias, das indústrias e do comércio decorrente da redução do preço do gás natural, por meio da MIP-ES (IJSN, 2020). Porém, outras indústrias que dependam fortemente do gás natural como insumo energético poderiam ser atraídas para o estado, ao observarem o baixo preço desse insumo.

Um dos setores que poderia ampliar sua presença no estado é o de cerâmica, que, de acordo com os dados da EPE (2023), tem como principal insumo energético a lenha, responsável por 50,1% da matriz energética do setor, entre 2012 e 2021, enquanto o gás natural, segundo principal insumo, foi responsável por 29,3%. Além disso, destaca-se que a participação do gás natural no setor tem aumentado, o que se verificou principalmente no período entre 1997 e 2003, no qual o gás representava apenas 3,5% da matriz energética, e passou a representar 25,2%.

Outro setor de destaque, e que poderia ser atraído para o estado, é o de ferro-gusa e aço, que possui o coque de carvão mineral como principal insumo energético, representando 43,9% da matriz energética do setor no período de 2012 a 2021, seguido pelo carvão vegetal (17,6%), pelo carvão mineral (13,0%) e pela eletricidade (9,8%). O gás natural representa somente 7,2% da matriz energética, levando-se em conta os últimos dez anos, e ocupa a sexta posição. Porém, mesmo o gás natural representando menos de 10%, o setor é o terceiro maior demandante desse insumo, com uma demanda de cerca de 13,4% no período de 2013 a 2022, atrás somente do setor químico (23,4%) e do setor de cerâmica (14,6%). Além disso, ressalta-se que a participação do gás natural no setor tem crescido, sendo que, em 1991, representava uma parcela de 2,9%; em 2001, já tinha uma participação de 5,4%; em 2011, sua participação foi de 6,4%; e em 2021, a participação do gás natural na matriz energética do setor foi de 7,6%.

Por fim, outro segmento que mereceu destaque foi o químico. Ao se observar sua matriz energética, pôde-se concluir que o gás natural é o principal insumo utilizado pelo setor, representando 31,2% entre 2012 e 2021, seguido por alcatrão/outras sec. petróleo (29,7%), e eletricidade (28,4%). No que tange aos setores de “alimentos e bebidas” e de “papel e celulose”, estes possuem certas particularidades quanto a sua matriz energética, o que reduz o espaço para a expansão do gás natural.

Observou-se que o principal insumo energético utilizado pelo setor de “alimentos e bebidas” foi o bagaço de cana, responsável por 72,3% da matriz, entre 2012 e 2021, seguido pela eletricidade (10,5%) e pela lenha (10,2%). O gás natural ocupa a quarta posição da matriz, com uma participação de 3,7% nos últimos dez anos. Por fim, a particularidade desse setor se prende ao fato de que ele aproveita parte de seu subproduto como insumo energético. Dantas Filho (2009) esclarece que o bagaço, proveniente da etapa de moagem, é tradicionalmente usado como

combustível nas usinas e destilarias. Após a moagem, ele é transportado por esteiras das moendas ou difusores até os alimentadores de bagaço das caldeiras, onde é queimado.

Considerando-se o período de 2012 a 2021, observou-se que a matriz energética do setor de “papel e celulose” era formada principalmente por lixívia (50,1%), eletricidade (15,7%) e lenha (15,3%). O gás natural ocupava o quarto lugar, com 7,1% do consumo total no Brasil, entre 2012 e 2021; porém, este setor também possuía certa particularidade quanto aos seus insumos energéticos, a saber, a alta participação da lixívia em sua matriz energética. Isso ocorre porque o processo produtivo envolve o cozimento da madeira para a extração da celulose, resultando em um líquido rico em compostos de sódio e matéria orgânica, conhecido como lixívia ou licor preto. A lixívia é queimada em caldeiras para a recuperação de reagentes químicos e para a produção de vapor e eletricidade (EPE e IEA, 2022).

Portanto, os setores industriais informados poderiam se beneficiar de uma redução do preço do gás natural no Espírito Santo e serem atraídos a investir no estado, movimentando a economia local e gerando um impacto ainda maior na redução do preço do gás.

5 CONCLUSÃO

Este estudo buscou estimar os impactos econômicos de uma redução no preço do gás natural sobre a economia capixaba, utilizando a MIP como instrumento metodológico. A partir da simulação de um choque exógeno representando uma queda de 48,2% no preço do gás, observou-se um aumento na renda disponível dos setores consumidores, refletindo-se em elevações da produção, do emprego, da arrecadação de tributos e do PIB estadual.

Os resultados demonstraram que o setor de comércio atacadista e varejista apresentaria os maiores ganhos absolutos, evidenciando sua centralidade na estrutura produtiva capixaba. Além disso, a redução do preço do gás natural seria capaz de criar aproximadamente 12 mil novos empregos e elevar a arrecadação estadual em R\$ 230 milhões. Tais efeitos reforçam a importância de políticas públicas voltadas à promoção da concorrência e à ampliação da infraestrutura de transporte e distribuição de gás natural no Espírito Santo.

Nesse sentido, recomenda-se que o estado invista em políticas de incentivo à migração de indústrias com uso intensivo de energia para o território capixaba; em projetos de universalização da infraestrutura de gás canalizado; e na integração do planejamento energético às metas de sustentabilidade ambiental e transição energética (Mendes *et al.*, 2015; Teixeira *et al.*, 2021).

Todavia, é importante destacar as limitações do estudo. A análise baseou-se em uma estrutura estática da MIP-ES de 2015, a qual não capta possíveis alterações tecnológicas, substituições de insumos, ou mudanças recentes na matriz produtiva capixaba. Ademais, a suposição de que a quantidade consumida se mantém constante, após a redução de preços, desconsidera a elasticidade-preço da demanda, a qual, segundo Burke e Yang (2016), possui valor médio de -1,25 no longo prazo. Isso implica que os efeitos econômicos podem ter sido subestimados, já que uma queda de preços tende a gerar também aumentos de quantidade consumida.

Futuras pesquisas podem expandir este trabalho por meio do uso de modelos dinâmicos, como os modelos de equilíbrio geral computável (*computable general equilibrium* – CGE), que permitem considerar alterações simultâneas na oferta e na demanda, além de avaliar efeitos distributivos e ambientais mais amplos. Também é recomendável atualizar os dados da MIP estadual, a fim de que esta reflita melhor as transformações recentes no setor energético e na estrutura produtiva regional.

Em síntese, os resultados aqui apresentados indicam que a redução do preço do gás natural pode se tornar uma política catalisadora do crescimento econômico capixaba. Desde que acompanhada de ações institucionais que assegurem o uso eficiente, ambientalmente responsável e estrategicamente coordenado dessa fonte energética, a nova política de gás natural tem potencial para ampliar a competitividade do Espírito Santo no cenário industrial nacional.

REFERÊNCIAS

ARSP – AGÊNCIA DE REGULAÇÃO DE SERVIÇOS PÚBLICOS DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO. **Balanco energético do estado do Espírito Santo 2022**: ano base 2021. Vitória: ARSP, 2023.

BRASIL. **Nota conjunta**: Comitê de Promoção da Concorrência no Mercado de Gás Natural no Brasil. Brasília: MME; ME, jul. 2019.

BRASIL. Lei nº 14.134, de 8 de abril de 2021. Dispõe sobre as atividades relativas ao transporte de gás natural, de que trata o art. 177 da Constituição Federal, e sobre as atividades de escoamento, tratamento, processamento, estocagem subterrânea, acondicionamento, liquefação, regaseificação e comercialização de gás natural; altera as Leis nºs 9.478, de 6 de agosto de 1997, e 9.847, de 26 de outubro de 1999; e revoga a Lei nº 11.909, de 4 de março de 2009, e dispositivo da Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002. **Diário Oficial da União**, Brasília, p. 2, 9 abr. 2021.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Boletim mensal de acompanhamento da indústria de gás natural**. Brasília: MME, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/petroleo-gas-natural-e-biocombustiveis/publicacoes-1/boletim-mensal-de-acompanhamento-da-industria-de-gas-natural/2023/12-boletim-de-acompanhamento-da-industria-de-gas-natural-dezembro-de-2023.pdf/view>. Acesso em: 28 jun. 2023.

BROWN, M. *et al.* North American energy system responses to natural gas price shocks. **Energy Policy**, v. 149, n. 1, p. 112-146, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.112046>. Acesso em: 6 jul. 2024.

BURKE, P. J.; YANG, H. The price and income elasticities of natural gas demand: international evidence. **Energy Economics**, v. 59, n. 1, p. 466-474, set. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2016.08.025>. Acesso em: 6 jul. 2024.

BUTT, H. M. M.; KHAN, I.; XIA, E. Impact of energy imports, renewable electricity production, alternative, and nuclear energy sources on natural gas resource rents. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 31, n. 1, p. 42160-42173, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11356-024-33854-1>. Acesso em: 7 jul. 2024.

CARVALHEIRO, N. Observações sobre a elaboração da matriz de insumo-produto. **Pesquisa e Debate**, São Paulo, v. 9, n. 2, p. 139-157, 1998.

CNI – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Gás natural: mercado e competitividade**. Brasília: CNI, 2018. v. 28.

CORREIA JÚNIOR, C. Reservas de óleo e gás natural na Amazônia ocidental: uso industrial e polo gás químico: as potencialidades do uso do gás natural nas indústrias. *In*: FEIRA INTERNACIONAL DA AMAZÔNIA, 7., 2013, Manaus. **Anais [...]**. Fiam: Manaus, 2013.

DANTAS FILHO, P. L. **Análise de custos na geração de energia com bagaço de cana-de-açúcar**: um estudo de caso em quatro usinas de São Paulo. 175 f. Dissertação (Mestrado em Energia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

DOMFEH, D. Determinants of natural gas prices in the United States: a structural VAR approach. **SSRN Electronic Journal**, v. 1, n. 1, p. 1-15, jun. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.2139/ssrn.3905560>. Acesso em: 6 jul. 2024.

DONG, X.; KONG, Z. The impact of China's natural gas import risks on the national economy. **Journal of Natural Gas Science and Engineering**, v. 36, n. 1, p. 97-107, nov. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jngse.2016.10.028>. Acesso em: 6 jul. 2024.

EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balço energético nacional 2023**: ano base 2022. Rio de Janeiro: EPE, 2023.

EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA; IEA – INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **A indústria de papel e celulose no Brasil e no mundo**: panorama geral. Rio de Janeiro: EPE; IEA, 2022. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-650/Pulp%20and%20paper_EPE+IEA_Portugu%C3%AAAs_2022_01_25_IBA.pdf. Acesso em: 7 jul. 2024.

FUNSES ESG de Desenvolvimento: R\$ 250 milhões para um futuro sustentável. **Fundo Soberano**, 16 maio 2023. Disponível em: <https://fundosoberano.es.gov.br/Not%C3%ADcia/funes-esg-de-desenvolvimento-r-250-milhoes-para-um-futuro-sustentavel>. Acesso em: 28 jun. 2025.

GOVERNADOR anuncia R\$ 500 milhões do Fundo Soberano para descarbonização e transição energética. **Fundo Soberano**, 14 nov. 2024. Disponível em: <https://fundosoberano.es.gov.br/Not%C3%ADcia/governador-anuncia-r-500-milhoes-do-fundo-soberano-para-descarbonizacao-e-transicao-energetica>. Acesso em: 28 jun. 2025.

GUILHOTO, J. J. M.; SESSO FILHO, U. A. Estimacão da matriz insumo-produto a partir de dados preliminares das Contas Nacionais: aplicacão à economia brasileira de 2005. **Economia Aplicada**, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 69-87, 2010.

IJSN – INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES. **Tabela de recursos e usos e matriz de insumo-produto do Espírito Santo**: 2015. Vitória: IJSN, 2020. (Texto para Discussão, n. 60). Disponível em: <https://ijsn.es.gov.br/publicacoes/textos-para-discussao/td-60-tabela-de-recursos-e-usos-e-matriz-de-insumo-produto-do-espírito-santo-2015>. Acesso em: 6 jul. 2024.

KIM, K.-H.; KIM, J.-H.; YOO, S.-H. An input-output analysis of the economic role and effects of the mining industry in South Korea. **Minerals**, v. 10, n. 7, p. 1-21, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/min10070624>. Acesso em: 6 jul. 2024.

LEE, S.-Y.; KIM, J.-H.; YOO, S.-H. Role of natural gas supply sector in the national economy: a comparative analysis between South Korea and Japan. **Applied Sciences**, v. 13, n. 3, p. 1-33, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/app13031689>. Acesso em: 6 jul. 2024.

LEONTIEF, W. W. **The structure of American economy, 1919-1939**: an empirical application of equilibrium analysis. 2. ed. Nova York: Oxford University Press, 1951.

MENDES, A. P. do A. *et al.* Mercado de gás natural no Brasil: desafios para novo ciclo de investimentos. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 42, p. 427-470, 2015. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/9614/2/BNDES%20Setorial%2042%20Mercado%20de%20g%C3%A1s%20natural%20no%20Brasil-%20desafios%20para%20novo%20ciclo%20de%20investimentos_P_BD.pdf. Acesso em: 6 jul. 2024.

MILLER, R. E.; BLAIR, P. D. **Input-output analysis: foundations and extensions**. 2. ed. Reino Unido: Cambridge University Press, 2009. Disponível em: <http://digamo.free.fr/io2009.pdf>. Acesso em: 7 jul. 2024.

MORAIS, J. M. de. A nova lei do gás e a desconcentração no mercado de gás natural no Brasil. **Radar**, Brasília, n. 68, p. 7-11, dez. 2021. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/server/api/core/bitstreams/e7d9d8e7-165e-4593-939e-6d532578b2ba/content>. Acesso em: 7 jul. 2024.

NEJATI, M. G. *et al.* Life cycle analysis (cost and environmental) of different renewable natural gas from waste procedures based on a multivariate decision-making approach: a comprehensive comparative analysis. **International Journal of Low-Carbon Technologies**, v. 19, p. 339-350, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/ijlct/ctae008>. Acesso em: 7 jul. 2024.

PALTSEV, S.; ZHANG, D. Natural gas pricing reform in China: getting closer to a market system? **Energy Policy**, v. 86, p. 43-56, nov. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2015.06.027>. Acesso em: 6 jul. 2024.

PRATES, C. P. T. *et al.* Evolução da oferta e da demanda de gás natural no Brasil. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 24, p. 35-68, set. 2006. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/2424/1/BS%2024%20Evolu%C3%A7%C3%A3o%20da%20oferta%20e%20da%20demanda_P.pdf. Acesso em: 6 jul. 2024.

REIS, H. L. S. Gás natural. *In*: PEDROSA-SOARES, A. C.; VOLL, E.; CUNHA, E. C. (ed.). **Recursos minerais de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Codemge, 2018. p. 1-39. Disponível em: <http://recursomineralmg.codemge.com.br/wp-content/uploads/2018/10/GasNatural.pdf>. Acesso em: 6 jul. 2024.

TEIXEIRA, C. A. N. *et al.* Gás natural: um combustível-chave para uma economia de baixo carbono. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, v. 27, n. 53, p. 131-175, mar. 2021. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/20802/1/PR_Gas%20natural_215277_P_BD.pdf. Acesso em: 6 jul. 2024.

Data da submissão em: 9 mar. 2025.

Primeira decisão editorial em: 6 maio 2025.

Última versão recebida em: 28 jun. 2025.

Aprovação final em: 30 jun. 2025.

