SemeAd 2024
XXVII Seminários em Administração

05, 06, 07 e 08 de novembro de 2024
ISSN 2177-3866

IMPACTO DA VARIAÇÃO DO PREÇO DO GÁS NATURAL NA ECONOMIA CAPIXABA

EVERLAM ELIAS MONTIBELER
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO (UFRRJ)

RODRIGO STRAESSLI PINTO FRANKLIN
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO (UFES)

DANIEL RODRIGUES CORDEIRO
UNIVERSIDADE IGUAÇU (UNIG)

FELIPE MEIRELLES BITTENCOURT COELHO NUNES
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO (UFES)

JÚLIA BRAGATTO GROBÉRIO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO (UFES)

Agradecimento à orgão de fomento:
Agradecimento aos membros do LabCidades pelo apoio no artigo.

SemeAd 2024
XXVII Seminários em Administração

IMPACTO DA VARIAÇÃO DO PREÇO DO GÁS NATURAL NA ECONOMIA CAPIXABA

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

1. Introdução

A delimitação do tema deste trabalho consistiu na estimação do impacto de uma possível redução do preço do gás natural, que pode decorrer após a aprovação da "Nova Lei do Gás Natural", a Lei nº 14.134, de 8 de abril de 2021 (Brasil, 2021), na economia do Espírito Santo, utilizando para tal estimação a Matriz de Insumo-Produto do estado do Espírito Santo (MIP-ES, 2015). Segundo Morais (2021), a nova lei procura atrair novos participantes para a cadeia produtiva, aumentar os investimentos, reduzir os preços e promover uma maior integração da produção de gás natural com os setores de geração de energia elétrica e industrial.

O gás natural foi o setor escolhido por ser 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). Além disso, o gás natural é consumido pelos setores industriais, pelas famílias, e pelo comércio, portanto, ao reduzir o seu preço, a renda disponível desses setores se eleva, podendo influenciar significativamente as atividades produtivas e os indicadores econômicos locais. Como apontado pela CNI (2018), em 2017, o setor industrial foi responsável pelo consumo de, aproximadamente 48,0% do total do mercado de gás natural.

O aumento da demanda pelo gás natural também vem sendo observado em outros países, como no caso da China, onde teve um aumento considerável devido aos esforços para substituir combustíveis mais caros, menos eficientes e menos amigáveis ao meio ambiente. No entanto, a produção interna de gás não é suficiente para suprir essa demanda, o que levou o país a começar a importar Gás Natural Liquefeito (GNL) (Dong & Kong, 2016).

Além disso, 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 obter a mesma quantidade de energia (Lee, Kim & Yoo, 2023).

Esse aumento da demanda pelo gás natural também demonstra a dependência dos países, como 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 mercado desse recurso, traz várias implicações para a segurança energética (Brown *et al.*, 2021).

Em 2013, o gás natural representou 21,0% da matriz energética global, um 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 & Yang, 2016).

Quanto ao método, o modelo de Matriz de Insumo-Produto (MIP) criado por Leontief, em 1936, tem sido amplamente empregado para calcular os impactos econômicos e ambientais da cadeia de suprimentos na produção de bens e serviços (Dong & Kong, 2016). A MIP é uma ferramenta que permite mapear as relações de interdependência entre os setores da economia,

fornecendo as mudanças na produção, na importação, na exportação, no nível de emprego, no PIB, e em outras variáveis, que são causadas pela alteração na demanda de um setor qualquer ou de vários setores ao mesmo tempo (Leontief, 1951).

Portanto, ao considerar as interações entre os setores e as interdependências econômicas presentes na MIP-ES, foi possível obter uma visão abrangente dos efeitos decorrentes da redução do preço do gás natural na economia do Espírito Santo. Essa análise contribuiu para a compreensão dos potenciais impactos econômicos e sociais, auxiliando na tomada de decisões estratégicas e na formulação de políticas adequadas para o desenvolvimento do estado.

A fim de realizar uma estimação precisa do impacto mencionado, tornou-se fundamental estabelecer uma compreensão abrangente da cadeia do setor do gás natural, desde sua fase de produção até a distribuição para os setores industriais, residenciais e comerciais. Além disso, foi necessário identificar os principais destinos intermediários do gás natural, ou seja, a quantidade de gás natural que não é disponibilizada ao consumidor final. Em seguida, necessitou-se compreender a formação dos preços deste insumo energético, bem como observar possíveis relatórios que pudessem informar alguma expectativa futura de preços, considerando o novo marco legal do setor, a Lei nº 14.134/2021 (Brasil, 2021). Assim, foi possível estimar o impacto do novo preço na demanda dos setores industria , residencial e comercial do ES.

Por fim, ao aplicar a alteração da demanda na Matriz de Insumo-Produto, esta revelou como a produção de todos os setores foi afetada. Além disso, outras informações puderam ser analisadas, como por exemplo, os novos valores de exportações, importações, impostos, as novas ocupações, e até mesmo o novo consumo das famílias.

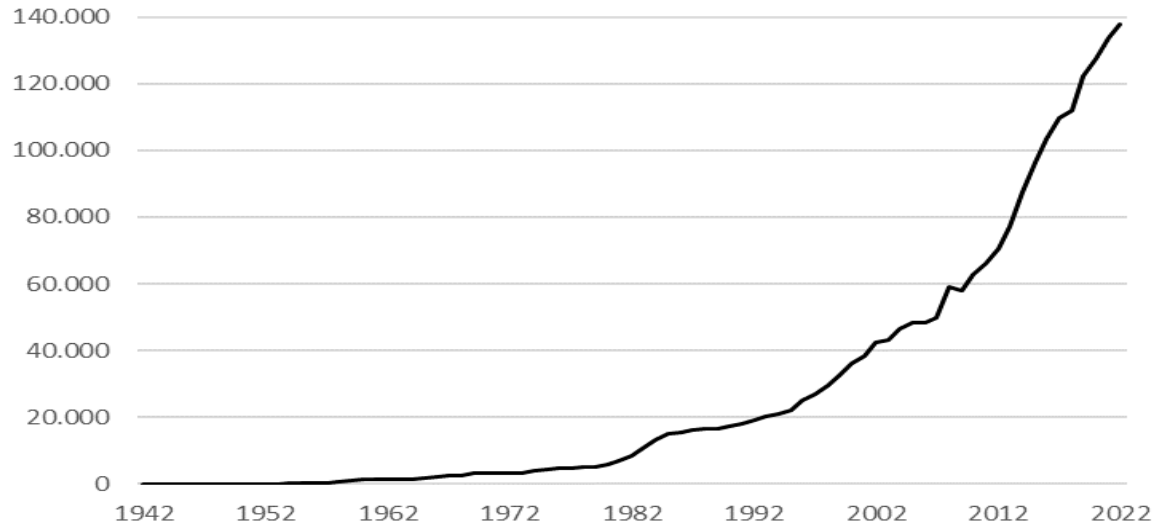
Sendo assim, este artigo se justifica devido à importância da discussão relacionada ao gás natural e busca colaborar com pesquisas de contexto regional, possuindo a seguinte pergunta de pesquisa: *"Qual é o impacto econômico resultante de uma redução do preço do gás natural na economia do Espírito Santo?",* e como objetivo geral: *estimar o impacto econômico resultante de uma redução do preço do gás natural na economia do Espírito Santo.*

2. Referencial Teórico

O gás natural é um insumo energético encontrado principalmente, no caso do Brasil, associado ao petróleo, portanto, a sua produção está diretamente relacionada à produção do óleo (Correia Jr., 2013). Por ser encontrado, principalmente, junto ao óleo, a produção de gás natural possui forte relação com a produção de petróleo (Prates *et al.*, 2006), especialmente no Brasil, onde, entre 2013 e 2022, cerca de 79,0% do gás produzido foi associado ao petróleo. O estado do Espírito Santo se comportou de maneira quase idêntica, com cerca de 79,6% do gás produzido no estado sendo de gás associado, no mesmo período, segundo dados da própria Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP (2024).

A respeito da produção, esta pode ser feita *onshore* (em terra) ou *offshore* (em mar) e pôde-se observar que, no princípio, conforme dados anualizados disponibilizados no painel dinâmico da ANP (2024), que possui dados de produção desde o ano de 1941, a exploração do gás natural era feita somente em terra, até que em 1958 tem-se os primeiros registros de gás natural produzido em mar. Porém, somente a partir do ano de 1984 que a produção *offshore* se tornou mais relevante do que a produção *onshore.* Já a partir de 2011, iniciou-se a produção de P&G no pré-sal, que, em 2017, se tornou o principal ambiente de produção do gás natural (ANP, 2024). Além disso, a **Figura 1** mostra que a produção brasileira de gás natural tem crescido ao longo dos anos.

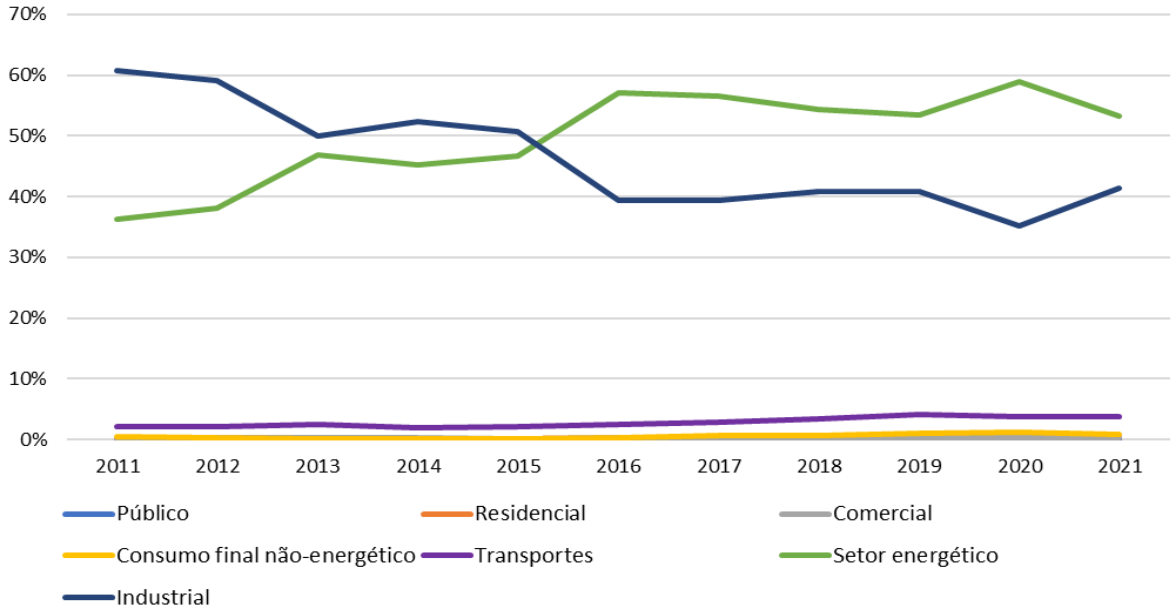
Figura 1 – Evolução da produção de gás natural no Brasil (1942-2022) - Mil m³/d



Fonte: Elaboração própria com base em ANP (2024).

Já o consumo no estado do Espírito Santo foi separado entre os seguintes setores: público, residencial, comercial, consumo final não-energético, transportes, setor energético, e industrial. A **Figura 2** demonstra qual tem sido o comportamento dos setores de demanda final. Consegue-se perceber, que o setor industrial é o principal demandante do gás natural, seguido justamente pelo setor térmico, responsável pela geração de energia elétrica. Os demais setores representam uma parcela pequena da demanda total.

Figura 2 – Evolução da participação do consumo de gás natural por setor - ES



Fonte: Elaboração própria com base em ASRP-ES (2023).

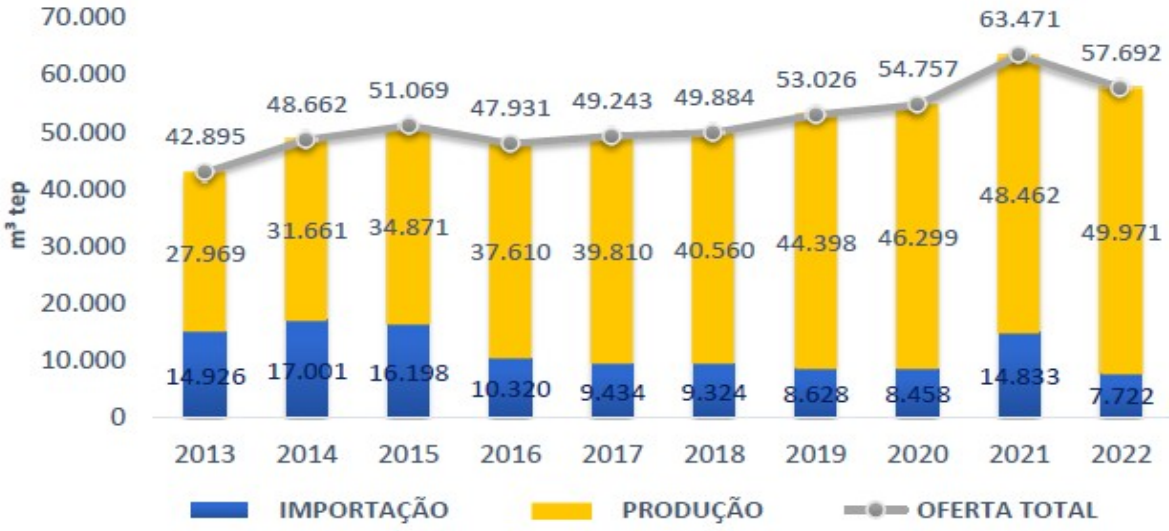
Além disso, o gás natural tem uma ampla gama de aplicações, incluindo o uso em termoelétricas, residências, comércios, indústrias e veículos automotivos. Ele também é uma matéria-prima essencial na indústria petroquímica, sendo utilizado na fabricação de plásticos, tintas, fibras sintéticas e borracha,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

Esse insumo possui uma vantagem ambiental sobre o óleo e o carvão, pois emite menos dióxido de carbono (CO_2), 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).

Importante observar qual tem sido o comportamento do gás natural ofertado em sua totalidade, ou seja, a quantidade produzida mais a quantidade importada, até que este seja ofertado ao consumidor final. Com isso, a **Figura 3** revela que o Brasil tem elevado a participação da sua produção na oferta total, reduzindo assim, a sua dependência do mercado externo. No ano de 2013, a produção representou 65,2% da oferta total, enquanto em 2022 representou 86,6%, além disso, a produção total cresceu cerca de 78,7% neste período. Por outro lado, as importações perderam espaço, reduzindo cerca de 48,3%, no mesmo período, conforme dados fornecidos pela Empresa de Pesquisa Energética – EPE, por meio do Balanço Energético Nacional – BEM (EPE, 2023).

Os dados descritos acima demonstram uma situação diferente dos casos dos países da América do Norte, em que até 2020 a extração de gás natural e seu uso no setor elétrico atingiram níveis recordes, demonstrando uma crescente dependência do gás natural na região, combinada com uma possível interrupção no mercado desse recurso, trazendo várias implicações para a segurança energética (Brown *et al.*, 2021).

Figura 3 – Produção e importação do gás natural (2013 a 2022) – Em m³ tep.



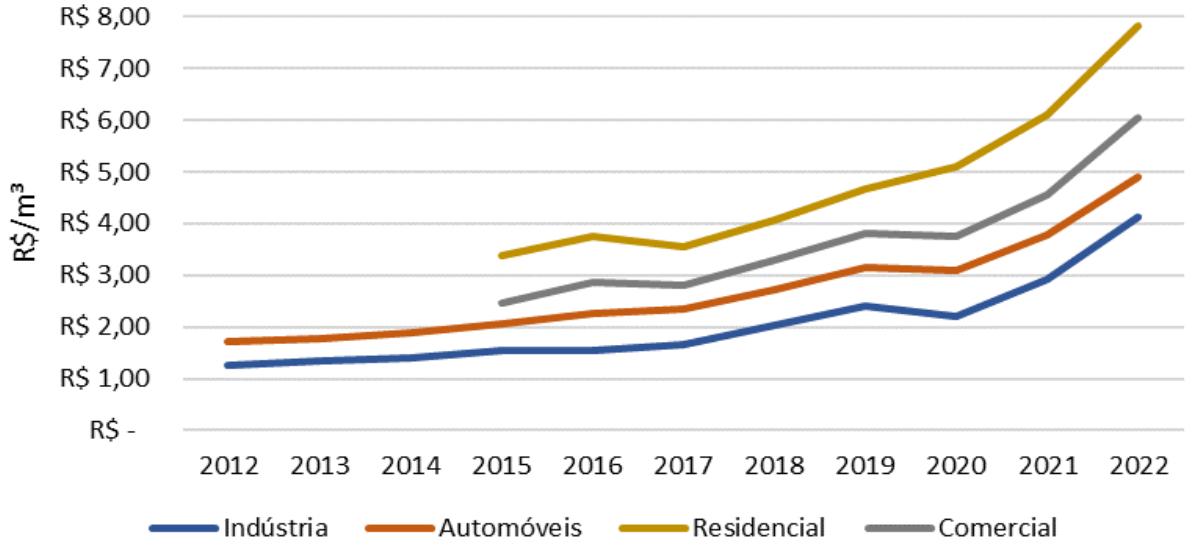
Fonte: Elaboração própria (EPE, 2023).

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, sendo elas: a absorção nas Unidades de Processamento de Gás Natural (UPGN's), a parcela não-aproveitada, o consumo nas unidades de E&P (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 (2023). A **Figura 4** permite compreender que o preço observado em todos os setores têm seguido uma trajetória de alta, principalmente entre 2020 e 2022.

Figura 4 – Evolução do Preço do Gás Natural por setor – Em R$/m³



Fonte: Elaboração própria com base no Ministério de Minas e Energia (2023).

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. 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 (Burke & Yang, 2016). Ainda de acordo com os resultados do trabalho dos autores, as estimativas da elasticidade de preço da demanda de gás natural variam significativamente entre os países, mas a elasticidade média de longo prazo é 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 na China busca aumentar a participação do gás natural no fornecimento de energia do 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 nova reforma de preços 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 & Zhang, 2015).

Por fim, os resultados indicam que o mercado de gás natural nos EUA é sensível a variações de temperatura no curto prazo. Além disso, os preços do petróleo bruto e do carvão têm efeitos de longo prazo sobre os preços do gás natural, destacando choques de demanda específicos de energia. O estudo revela que os preços do carvão são 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 Matriz de Insumo-Produto do Espírito Santo (MIP-ES). Esta ferramenta estatística permite analisar a interdependência entre diferentes setores de uma economia, mostrando como cada setor utiliza os bens e serviços produzidos por outros setores 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 setor (Carvalheiro, 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 abaixo (Miller e Blair, 2009):

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

Onde o vetor "z" representa as vendas intersetoriais, ou, o consumo intermediário de um bem ou serviço, já 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 (2):**

$$X = z + y \quad \textbf{(2)}$$

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

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

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

Para poder 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 por parte de cada um desses, além dos preços praticados para cada um. Ressalta-se que todos os dados foram de 2015, visto que os dados da MIP-ES também são do mesmo ano. Por fim, os dados referentes aos preços foram fornecidos pelo Ministério de Minas e Energia, por meio do Boletim Mensal de Acompanhamento da Indústria de Gás Natural (Ministério de Minas e Energia, 2023), já os dados de consumo foram

fornecidos pelo Balanço Energético do Estado do Espírito Santo (ASRP-ES, 2023), conforme sintetizado na **Tabela 1.**

Tabela 1 – Dados selecionados por setor – 2015

Setor	Preço (a) (R$/m³)	Consumo (b) (milhões de m³)	Valor gasto (c = a * b) (Em milhões de R$)
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: Elaboração própria com base no Ministério de Minas e Energia (2023) e ASRP-ES (2023).

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 (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 no ano de 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, referentes ao ano de 2015, foi aplicada uma redução do preço do gás natural, gerando assim um aumento da renda disponível dos três setores, considerando 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 de uma redução de 48,2% do preço do gás natural.

Tabela 2 – Novo valor gasto por cada setor

Setor	Valor gasto em 2015 (Em milhões de R$)	Novo preço (-48,2%) (R$/m³)	Novo valor gasto (Em milhões de R$)
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: Elaboração própria com base no Ministério de Minas e Energia (2023) e ASRP-ES (2023).

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 milhões de R$

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**

Fonte: Elaboração própria.

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 foi o aumento da renda disponível, ou seja, o

aumento da demanda de cada setor, devendo, portanto, esse aumento na demanda ser aplicado proporcionalmente em cada um dos 35 setores presentes na MIP-ES.

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, e, o principal impacto seria advindo do setor industrial, que aumentaria sua demanda em cerca de R$ 589,16 milhões.

Distribuindo 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, já o setor de "Metalurgia" absorveria 5,9% e o setor de "Alimentos e Bebidas" absorveria 4,7%. Portanto, a demanda pelo setor de "Comércio por atacado e a varejo" aumentaria em R$ 326,2 milhões, pelo setor de "Metalurgia" aumentaria R$ 36,8 milhões e pelo setor de "Alimentos e Bebidas" aumentaria R$ 29,5 milhões. O setor que menos teria sua demanda alterada, com exceção dos serviços públicos, que não apresentariam qualquer variação, seria o setor de "Refino de petróleo, coquerias e fabricação de biocombustíveis", que absorveria cerca de R$ 0,2 milhões da nova demanda.

Por fim, o novo vetor de demanda foi multiplicado pela matriz inversa de Leontief, conforme **Equação (3),** gerando assim os novos valores de produção de cada setor, necessários para suprir essa nova demanda hipotética, além de estimar quantos empregos seriam gerados, e 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 do ES.

Importante enfatizar que outros trabalhos com objetivos correlatos também utilizaram a Matriz de Insumo-Produto para alcançarem seus resultados, demonstrando assim a potencialidade dessa ferramenta metodológica.

Os autores Kim, Kim e Yoo, (2020), descrevem que a Matriz de Insumo-Produto tem sido amplamente utilizada para avaliar os impactos econômicos da cadeia de demanda e suprimento na produção de bens e serviços. No trabalho feito pelos autores, eles buscaram estudar a Indústria de Mineração (IM) da Coreia do Sul, uma vez que foi identificado que a mesma vinha desempenhando um papel na provisão de um fornecimento estável de minerais para produção industrial e a sobrevivência humana.

A Matriz de Insumo-Produto pode calcular os impactos econômicos quantitativos de um setor específico tanto na economia nacional como em outros setores (Lee, Kim & Yoo, 2023). Assim, os autores 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 fim, 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.

4. Resultados e Discussões

A partir dos dados apresentados na **Tabela 2**, foi estimada a alteração na demanda de cada setor. Essa alteração na demanda foi multiplicada pela matriz inversa de Leontief e proporcionou 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 foi o da "Pecuária, inclusive o apoio à pecuária", que teve um aumento de 1,81% (+R$ 39,02 milhões).

Os aumentos apresentados na **Figura 5** referem-se, exclusivamente, a quanto que a produção de cada setor capixaba aumentaria, por consequência da redução do preço do gás natural. De forma geral, a produção total teve um aumento de R$ 1.055,62 milhões, ou seja, o aumento de R$ 629,54 milhões na demanda total, causando um impacto de 67,7% maior na produção total. Já em termos relativos, a variação da produção total foi de cerca de +0,53%.

Figura 5 – 10 Setores que apresentaram maior aumento de produção – Em milhões de R$

Fonte: Elaboração própria.

A própria Matriz de Insumo-Produto pode explicar o motivo pelo qual o setor de "Comércio por atacado e a varejo" precisou aumentar tanto a sua produção para suprir o aumento da demanda total, visto que o maior impacto da demanda é advindo da indústria, onde, dentre todos os setores industriais, o setor de "Metalurgia" é o que possui maior consumo intermediário, e dentre os setores que ele mais consome, o principal é o setor 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 dentro da indústria em termos de consumo intermediário da própria 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.

Já na **Figura 6,** podem ser observadas as mudanças em alguns agregados econômicos, como a produção, os impostos arrecadados, o PIB estadual, o fator trabalho, consumo das famílias, as importações e as exportações, dentre outros. Com a variação do preço do gás natural, o PIB capixaba cresceria cerca de 0,16%, ou, em termos absolutos, cerca de R$ 188,76 milhões. Além disso, pôde-se destacar o aumento da arrecadação de ICMS, que cresceu cerca de 0,64% (R$ 24 milhões), indicando que caso o preço do gás natural realmente chegue ao patamar de US$ 6,5/MMBtu, o Estado arrecadaria mais R$ 24 milhões somente de ICMS, além de imposto sobre a importação (R$ 1,78 milhão), IPI (R$ 2,12 milhões) e outros impostos (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 variaram cerca de 0,47%, um aumento de R$ 215,18 milhões, além de criar 12 mil novos empregos, variação relativa de 0,62%. Outras variáveis importantes referem-se à importação e exportação, que com as variações proporcionadas pela redução do preço do gás natural na economia capixaba, a importação total cresceu R$ 140,74 milhões (+0,49%), sendo R$ 118,89 milhões de importação interestadual e a exportação cresceu R$ 163,15 milhões (+0,29%), sendo que R$ 79,3 milhões do total foi para outros países.

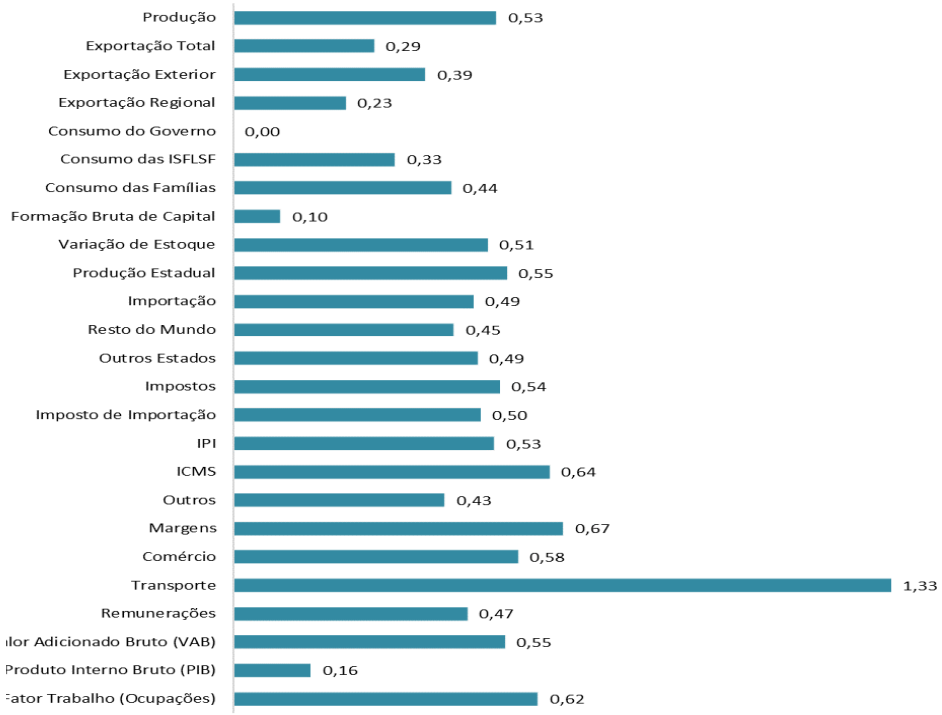
Outros trabalhos também observaram esta relação entre preço do gás natural e as variáveis econômicas locais, como o trabalho de Butt, Khan e Xia (2024), que verificou que a redução dos preços do gás natural diminuiu os custos de produção, aumentando a competitividade das indústrias e impulsionando o crescimento econômico local. Já 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.

Demais pontos também foram abordados por outros autores em relação ao gás natural, como o trabalho de Dong e Kong (2016), no qual verificou-se através dos seus resultados, que um aumento de 10% nos riscos de importação de gás natural da China resultou em um impacto de -2305,2 milhões (-0,24%) de Yuan no produto interno bruto (PIB). Esse impacto varia entre os setores domésticos, sendo que os setores de extração de petróleo e gás (S3) e produção e fornecimento de gás (S24) são os mais afetados.

Já Kim, Kim e Yoo (2020) verificaram em seu estudo na Coreia do Sul, que os efeitos de indução de produção, de criação de valor adicionado e de salários, indicaram quanto 1 dólar de produção ou investimento em um setor corresponderia em 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 geraram impactos positivos nos demais setores. E Lee, Kim e Yoo (2023), observaram os mesmos resultados no 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/mitigado por custos renováveis mais altos/mais baixos.

Figura 6 – Impacto nas variáveis selecionadas – Em termos relativos (%)



Fonte: Elaboração própria.

Importante ressaltar que outros efeitos não foram considerados neste trabalho, visto que o objetivo era focar somente no impacto causado pelo aumento da demanda das famílias, das indústrias e do comércio causada pela redução do preço do gás natural, por meio da MIP-ES (2015), 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 desses setores, que poderia aumentar sua presença no estado é o setor de cerâmica, que, segundo 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 foi responsável por 29,3%, segundo principal insumo. Além disso, destaca-se que a participação do gás natural no setor tem aumentado, principalmente no período entre 1997 e 2003, onde o gás apresentava apenas 3,5% da matriz energética, e passou a representar 25,2%.

Outro setor de destaque, e que poderia ser atraído para o estado, foi 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 em conta os últimos 10 anos, ocupando 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 setor que mereceu destaque foi o setor químico. Ao 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%). Já o setor de "Alimentos e Bebidas", e o setor de "Papel e Celulose" possuem certas particularidades, quanto a sua matriz energética, o que reduz o espaço para expansão do gás natural nesta.

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 10 anos. Por fim, a particularidade desse setor ocorre porque ele aproveita parte de seu subproduto como insumo energético. Para Dantas Filho (2009), o bagaço, proveniente da etapa de moagem, é tradicionalmente usado como combustível nas usinas e destilarias do setor. Após a moagem, ele é transportado por esteiras das moendas ou difusores até os alimentadores de bagaço das caldeiras, onde é queimado.

Considerando 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 de gás natural no Brasil, entre 2012 e 2021, porém, este setor também possuía certa particularidade quanto aos seus insumos energéticos, que é a alta participação da lixívia em sua matriz energética, isso ocorre, pois 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, além da 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 estado e serem atraídos a investirem no estado capixaba, movimentando a economia local e gerando um impacto ainda maior na redução do preço do gás.

5. Conclusões

Ao longo deste trabalho, buscou-se compreender o funcionamento do setor de gás natural, com uma extensa pesquisa de dados e revisão bibliográfica, principalmente acerca das definições utilizadas pelo setor, além de uma breve análise da legislação vigente, e como esta pode contribuir para reduzir o preço do gás natural no Brasil e no Espírito Santo, objeto central deste trabalho.

Os resultados deste trabalho mostraram que ao reduzir o preço do gás natural, especificamente no estado do Espírito Santo, a economia capixaba apresentou um crescimento importante, o que pode ser um incentivo para que o estado continue incentivando o setor, aumentando a competitividade em todos os níveis.

Esta pesquisa pode estimular trabalhos futuros, que visem analisar o impacto para o Brasil, e não somente para o Espírito Santo. Além de considerar a possibilidade de que novos investimentos sejam feitos no estado, o que movimentaria ainda mais a economia, investimentos esses principalmente por parte de setores industriais que demandam bastante quantidade de energia, como os que foram citados durante este trabalho (química, cerâmica, ferro-gusa e aço). Além disto, este trabalho também pode ser replicado futuramente, a partir de uma possível atualização da matriz de insumo-produto capixaba, fornecendo resultados mais próximos da realidade atual.

Portanto, os resultados deste trabalho são relevantes para que o estado do Espírito Santo possa continuar propondo políticas que estimulem a oferta de gás natural, e a competitividade

no setor, utilizando a nova lei do gás natural em seu favor, elevando assim os investimentos em setores importantes e, por consequência, movimentando a economia capixaba. A redução do preço do gás natural pode ser um fator importante para aumentar a competitividade da indústria capixaba, que passa por certa instabilidade.

Por fim, como limitações da pesquisa destacaram-se o período estudado e o tamanho da amostra. E para pesquisas futuras recomenda-se a abrangência do período de análise, assim como, o aumento na quantidade de estados.

Referências:

ANP - Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (Org.). **Painel dinâmico:** produção de petróleo e gás natural - atualizado em 10/06/2024. Disponível em: https://abrir.link/Hinud. Acesso em: 06 de jul. de 2024.

ASRP-ES - Agência de Regulação de Serviços Públicos do Estado do Espírito Santo (Org.). **Balanço Energético do Estado do Espírito Santo 2022.** [s.l: s.n.]. Disponível em: https://encurtador.com.br/G5dQW. Acesso em: 3 jul. 2023.

BRASIL. Presidência da República. Secretaria-Geral. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **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. Brasília, D.O.U, publicado em 09/04/2021. Disponível em: https://encurtador.com.br/NDLyF. Acesso em: 06 de jul. de 2024.

BROWN, M.; SIDDIQUI, S.; AVRAAM, C.; BISTLINE, J.; DECAROLIS, J.; ESHRAGHI, H.; GIAROLA, S.; HANSEN, M.; JOHNSTON, P.; KHANAL, S.; MOLAR-CRUZ, A. 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: 06 de jul. de 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, 2016. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.eneco.2016.08.025. Acesso em: 06 de jul. de 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 Ressearch,** v. 31, n. 1, p. 42160–42173, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s11356-024-33854-1. Acesso em: 07 de jul. de 2024.

CARVALHEIRO, N. Observações sobre a elaboração da matriz de insumo-produto. **Pesquisa & Debate Revista do Programa de Pós-Graduação em Economia Política,** v. 9, n. 2, p. 139–157, 1998. Disponível em: https://encurtador.com.br/8p4Ik. Acesso em: 06 de jul. de 2024.

CNI - Confederação Nacional da Indústria (Org.). **Gás natural:** mercado e competitividade. Brasília: CNI, 2018. Disponível em: https://encurtador.com.br/BlE4o. Acesso em: 06 de jul. de 2024.

CORREIA JR., 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. **Anais...** VII Feira Internacional da Amazônia - FIAM, 27 a 30 de novembro, Manaus/AM, 2013. Disponível em: https://encurtador.com.br/OysYH. Acesso em: 06 de jul. de 2024.

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. 175f. 2009. Dissertação (Mestrado - PPGE), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. Disponível em: https://encurtador.com.br/x2M9Z. Acesso em: 07 de jul. de 2024.

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, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.2139/ssrn.3905560. Acesso em: 06 de jul. de 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, 2016. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.jngse.2016.10.028. Acesso em: 06 de jul. de 2024.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética (Org.). **Balanço Energético Nacional 2023.** Disponível em: https://encurtador.com.br/0xsxo. Acesso em: 06 de jul. de 2024.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética (Org.); IEA – International Energy Agency (Org.). **A indústria de papel e celulose no Brasil e no mundo:** panorama geral, 2022. Disponível em: https://abrir.link/vSAat. Acesso em: 07 de jul. de 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: https://doi.org/10.3390/min10070624. Acesso em: 06 de jul. de 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: 06 de jul. de 2024.

LEONTIEF, W. **The Structure of American Economy, 1919-39.** New York: Oxford University Press, 1951. Disponível em: https://doi.org/10.2307/1906819.Acesso em: 06 de jul. de 2024.

MENDES, A. P. do A.; TEIXEIRA, C. A. N.; ROCIO, M. A. R.; CUPELLO, N. C.; COSTA, R. C. da.; DORES, P. B. das. Mercado de gás natural no Brasil: desafios para novo ciclo de investimentos. **BNDES Setorial,** v.1, n. 42, p. 427–470, 2015. Disponível em: https://abrir.link/hRnDQ. Acesso em: 06 de jul. de 2024.

MILLER, R. E.; BLAIR, P. D. **Input-output analysis:** foundations and extensions. 2nd ed. Reino Unido, Cambridge University Press, 2009. Disponível em: https://abrir.link/iMQHu. Acesso em: 07 de jul. de 2024.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (Org.). **Nota Conjunta:** Comitê de promoção da concorrência no mercado de gás natural no Brasil. Julho de 2019. Disponível em: https://abrir.link/nzCOB. Acesso em: 06 de jul. de 2024.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (Org.). **Boletim Mensal de Acompanhamento da Indústria de Gás Natural.** Disponível em: https://abrir.link/hUxNX. Acesso em: 28 jun. 2023.

MIP-ES - Matriz de Insumo-Produto do Espírito Santo (Org.). **TD 60 - Tabela de Recursos e Usos e Matriz de Insumo-Produto do Espírito Santo - 2015.** Disponível em: https://abrir.link/DxGgg. Acesso em: 06 de jul. de 2024.

MORAIS, J. M. de. A Nova Lei do gás e a desconcentração no mercado de gás natural no Brasil. **Radar,** v. 68, n. 1, p. 1-6, 2021. Disponível em: https://abrir.link/sUOIQ. Acesso em: 07 de jul. de 2024.

NEJATI, M. G.; KAMALI, S. E.; ZOQI, M. J.; SAMI, F. M.; AL-HUSSAINAWY, M. K.; FOOLADI, H. 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, n. 1, p. 339–350, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.1093/ijlct/ctae008. Acesso em: 07 de jul. de 2024.

PALTSEV, S.; ZHANG, D. Natural gas pricing reform in China: Getting closer to a market system? **Energy Policy,** v. 86, n. 1, p. 43-56, 2015. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.enpol.2015.06.027. Acesso em: 06 de jul. de 2024.

PRATES, C. P. T.; PIEROBON, E. C.; COSTA, R. C. da.; FIGUEIREDO, V. S. Evolução da oferta e da demanda de gás natural no Brasil. **BNDES Setorial,** v. 1, n. 24, p. 35-68, 2006. Disponível em: https://abrir.link/bmiaI. Acesso em: 06 de jul. de 2024.

REIS, H. L. S. **Gás natural.** [s.l.] Departamento de Geologia/Escola de Minas - Universidade Federal de Ouro Preto, 2018. Disponível em: https://abrir.link/kPofv. Acesso em: 06 de jul. de 2024.

TEIXEIRA, C. A. N.; MENDES, A. P. do A.; ROCIO, M. A. R.; PRATES, H. F. Gás natural - um combustível-chave para uma economia de baixo carbono. **BNDES setorial,** v. 27, n. 53, p. 131-175, 2021. Disponível em: https://abrir.link/gCMkC. Acesso em: 06 de jul. de 2024.