

Estimação dos impactos econômicos potenciais da paralisação do setor de petróleo e gás em Sergipe

Luiz Carlos Santana Ribeiro¹  | Jose Heraldo Figueiredo dos Santos²  | Vinicius de Almeida Vale³  | Samia Mercado Alvarenga⁴ 

¹ Professor do Departamento de Economia e do Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal de Sergipe (PPGE/UFS), Coordenador do Laboratório de Economia Aplicada e Desenvolvimento Regional (LEADER) e Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq. E-mail: ribeiro.luiz84@gmail.com

² Universidade Federal de Sergipe. E-mail: jose.heraldo18@gmail.com

³ Professor no Departamento de Economia e no Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Econômico da Universidade Federal do Paraná (PPGDE/UFPR) e Pesquisador do Núcleo de Estudos em Desenvolvimento Urbano e Regional (NEDUR/UFPR). E-mail: viniciusvale@ufpr.br

⁴ Universidade Federal de Minas Gerais. E-mail: samiaalvarenga@cedeplar.ufmg.br

RESUMO

Apesar de perspectivas promissoras em relação à exploração das novas reservas de petróleo e gás em Sergipe, o Ministério de Minas e Energia anunciou, em 2019, que a Petrobras fecharia a sua sede no estado. Nesse contexto, este estudo estima os impactos econômicos que a paralisação do setor de Petróleo e gás provocaria em Sergipe. Para tanto, é utilizado o método de extração hipotética em um modelo inter-regional de insumo-produto para Sergipe e restante do Brasil. Os principais resultados mostram que a paralisação do setor em Sergipe provocaria um impacto negativo total de R\$ 4,7 bilhões no Brasil, sendo que R\$ 3,7 bilhões (79%) do impacto seria no próprio estado e R\$ 1 bilhão (21%) transbordaria para o restante do Brasil. Isso representaria uma redução de 8,7% do valor bruto da produção sergipano. Do ponto de vista setorial, os setores sergipanos com maior redução do nível de atividade, à exceção do próprio setor de Petróleo e gás, seriam Transportes, atividades auxiliares e correio, Serviços às empresas, Comércio e Construção.

PALAVRAS-CHAVE

Petrobras, Petróleo e gás, Sergipe, Extração hipotética

Estimation of the potential economic impacts of the oil and gas sector shutdown in Sergipe

ABSTRACT

Despite promising prospects for the exploration of new oil and gas reserves in Sergipe, the Ministry of Mines and Energy announced in 2019 that Petrobras would close its headquarters in the state. In this context, this study estimates the economic impacts that the shutdown of the Oil and Gas sector would cause in Sergipe. We use a hypothetical extraction method in an interregional input-output model for Sergipe and the rest of Brazil. The main results indicate that the shutdown of this sector in Sergipe would lead to a total negative impact of R\$ 4.7 billion in Brazil, with R\$ 3.7 billion (79%) of the impact being in the state itself, while R\$ 1 billion (21%) would spill over to the rest of Brazil. This would represent an 8.7% reduction in the gross production value of Sergipe. From a sectoral perspective, the sectors in Sergipe experiencing the greatest decline in activity, excluding the Oil and Gas extraction sector, would be Transportation, auxiliary activities, and postal services, Business services, Commerce, and Construction.

KEYWORDS

Petrobras, Oil and Gas, Sergipe, Hypothetical extraction

CLASSIFICAÇÃO JEL

C67, R15

1. Introdução

O petróleo e seus derivados têm um papel fundamental na oferta global de energia. De acordo com Balanço Energético Nacional EPE (2023), em 2022, o petróleo representou 30,9% e o gás natural 23,2% da oferta energética mundial, respectivamente. No caso brasileiro, a produção do setor de Petróleo e gás apresentou uma trajetória crescente no período 1997-2008. Em 2022, segundo a Agência Nacional de Petróleo ANP (2023a), as reservas totais tiveram aumento de 10%, totalizando 26,91 bilhões de barris de petróleo. Em relação às exportações e às importações, segundo (Mendes et al., 2020), o Brasil exportou 1,3 milhões de barris/dia e importou 275 mil barris/dia, revelando superávit comercial. Com relação à produção de gás natural no Brasil, segundo a ANP (2023a), em 2022, a produção cresceu 3,1%, sendo o décimo terceiro ano consecutivo com aumento. As reservas brasileiras de gás natural totalizaram cerca de 406,5 milhões de m³ em 2022, um crescimento de 6,6% em relação ao ano anterior.

Além dos dados supracitados, a importância do setor de Petróleo e gás no Brasil pode ser observada por meio da sua extensa cadeia produtiva. O setor é composto por diversos tipos de empresas, sejam elas micro, média e grandes, nacionais ou multinacionais, com destaque para a Petrobras (Morais, 2012). A Petrobras, considerada uma das maiores empresas de extração e distribuição de petróleo e gás do mundo, destaca-se pela extração *offshore*. A empresa mantém o monopólio de extração, distribuição e venda do petróleo no Brasil e tem filiais em vários países como, por exemplo, Bolívia, Colômbia, Estados Unidos, Holanda e Cingapura. Além disso, a empresa apresenta filiais e atividades em vários estados brasileiros, tais como São Paulo, Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte, Ceará, Rio Grande do Sul e Sergipe (Petrobras, 2023).

Na região Nordeste, merece destaque o estado de Sergipe. Desde a década de 1960, o setor de Petróleo e gás desempenha um papel relevante na estrutura produtiva sergipana. Em 1963, foi descoberto o campo de Carmópolis-SE, um dos principais campos sergipanos de produção em terra e considerado, por (Melo, 2012), naquele período, como um dos principais vetores de desenvolvimento do estado. Durante a década de 1960, foram descobertos outros campos no estado, como o campo marítimo de Guaricema, o campo de Dourados e, nas décadas seguintes, os campos de Camorim e de Caioba. A Petrobras sempre esteve presente na Bacia Sergipe-Alagoas, a qual engloba todos os campos mencionados anteriormente.

A produção de petróleo de Sergipe foi um diferencial importante entre os demais estados do Nordeste e, segundo Santos et al. (2018), colocou Sergipe como o segundo maior produtor de petróleo do país até final da década de 1970. Além disso, em 2019, foi anunciado a maior descoberta de gás desde o Pré-sal¹, isto é, uma reserva de aproximadamente 20 milhões de m³ de gás natural na bacia Sergipe-Alagoas, equivale a um terço da produção total de gás natural brasileiro na época.

¹A descoberta foi amplamente noticiada, como, por exemplo, pelo Estadão (2019).

Nesse contexto, vale destacar que o estado de Sergipe já chegou a ser o segundo maior produtor dentre todas as unidades federativas brasileiras. Dessa maneira, o setor e sua cadeia produtiva se destacam dentro da economia sergipana (Ribeiro et al., 2015). Apesar de perspectivas promissoras em relação à exploração das novas reservas de gás na costa sergipana e do histórico de sucesso na extração de petróleo e gás, foi anunciado, em 2019, pelo Ministério de Minas e Energia, que a Petrobras fecharia a sede no estado e, portanto, causaria uma paralisação no setor de Petróleo e gás. Tal iniciativa foi anunciado como parte da política do governo federal de reduzir gastos. Vale ressaltar um viés político nessa decisão, uma vez que as reservas em águas profundas de petróleo e gás descobertas na costa sergipana são uma das maiores do país e fazem com que Sergipe seja o único estado da região Nordeste incluído no Plano de Investimentos 2022-2026 da Petrobras.

Dada a importância da atividade, a decisão pode implicar mudanças importantes na economia sergipana e em toda a sua cadeia produtiva. A paralisação pode ter reflexos na indústria, na balança comercial, nos serviços ofertados, na renda da população, na arrecadação fiscal e nos setores que se moldaram por conta da presença da empresa.

Nesse contexto, este trabalho estima os impactos econômicos que a paralisação do setor de Petróleo e gás provocaria em Sergipe. Para tanto, aplica-se o Método de Extração Hipotética (MEH) a partir da matriz inter-regional de insumo-produto, Sergipe e restante do Brasil, ano base 2011, estimada por Haddad et al. (2017). Considera-se a extração total do setor de Petróleo e gás do sistema sergipano. Ou seja, considera-se a extração da estrutura de compras (ligação para trás) e da estrutura de vendas (ligação para frente) simultaneamente.

Para fins de modelagem, assume-se que o setor Petróleo e gás de Sergipe é constituído na sua totalidade pela Petrobras. Dada a importância histórica do setor em termos de encadeamento produtivo na economia sergipana, esperam-se expressivos efeitos em termos de impactos diretos e indiretos. Vale ressaltar que a principal vantagem na utilização do modelo de insumo-produto é a possibilidade de mensurar os efeitos indiretos, bem como identificar de que maneira o impacto se distribuiria em termos regionais e setoriais. Assim, o estudo contribui para a discussão ao enfatizar esses aspectos, sendo, até onde se tem conhecimento, o primeiro a estimar, em uma abordagem de equilíbrio geral, os impactos econômicos que a paralisação do setor de Petróleo e gás provocaria no estado de Sergipe.

Além desta introdução, o trabalho está organizado em mais quatro seções. A segunda seção apresenta uma descrição do setor de Petróleo e gás no estado de Sergipe. A próxima seção descreve a metodologia, a base de dados e a estratégia de simulação. A quarta seção apresenta os principais resultados. A última, por sua vez, traz algumas considerações finais.

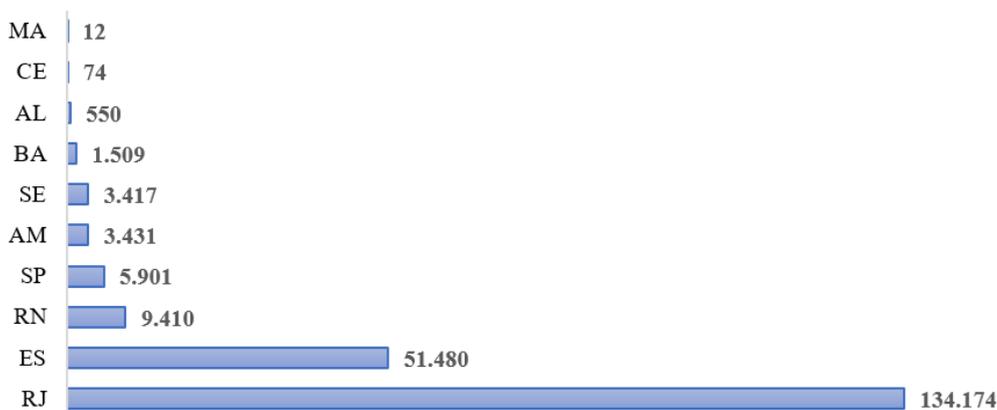
2. O setor de petróleo e gás no estado de Sergipe

Conforme Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis ANP (2023a), no Nordeste, região responsável por 10% produção nacional de petróleo em 2020, a exploração desses recursos naturais tem gerado empregos e investimentos na região, contribuindo para o desenvolvimento econômico e social local já que muitas empresas têm se instalado na região para fornecer bens e serviços para a exploração. Além disso, a atividade tem contribuído para a arrecadação de impostos e *royalties*.

Em 2022, a extração do petróleo gerou cerca de R\$ 59,1 bilhões em distribuição de *royalties* e participações especiais (ANP, 2023b). Esses recursos são repassados aos estados produtores e municípios afetados pela produção de petróleo, contribuindo para o desenvolvimento local. A partir de um modelo inter-regional de insumo-produto, Santos et al. (2022) mostraram, por exemplo, que, se os *royalties* de petróleo fossem efetivamente direcionados para os setores de educação e saúde, como orienta a Lei dos *Royalties*, as desigualdades regionais no Brasil poderiam diminuir.

Além disso, a exploração de petróleo gera empregos diretos e indiretos nas regiões de atuação, tornando a economia local mais próspera, mas, de certa forma, dependente da atividade (Chambriard e Neves, 2020). A Figura 1 mostra a produção de petróleo em 2021 nos principais estados brasileiros ponderada por milhão de habitantes dadas as diferenças de tamanho dos estados brasileiros.

Figura 1. Produção de Petróleo em 2021, por estado brasileiro (barris diários por milhão de habitantes)



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da Agência Nacional de Petróleo e Gás Natural (ANP, 2023a).

Com base na Figura 1, é possível observar que o estado do Rio de Janeiro (RJ) se destaca como o maior produtor de petróleo do Brasil, com produção de aproximadamente 134.174 barris diários por milhão de habitantes. Isso pode ser atribuído à presença de importantes campos *offshore* na região, como a Bacia de Campos. O Espírito Santo (ES) também se destaca com uma produção de cerca de 51.480 barris diários por milhão de habitantes. A exploração de campos *offshore* na Bacia do

Espírito Santo contribui para esse desempenho. O Rio Grande do Norte (RN) registra uma produção de aproximadamente 9.410 barris diários por milhão de habitantes. A exploração de campos terrestres na Bacia Potiguar é a maior responsável por essa produção. O estado de São Paulo (SP), por sua vez, possui uma produção de petróleo relativamente menor, com cerca de 5.901 barris diários por milhão de habitantes. A Bacia de Santos, localizada na costa paulista, é responsável pela maior parte dessa produção. Amazonas (AM) e Sergipe (SE) apresentam uma produção próxima, com cerca de 3.431 e 3.417 barris diários por milhão de habitantes, respectivamente. O Amazonas possui campos terrestres, enquanto Sergipe se destaca pela produção *offshore*. A Bahia (BA) registra uma produção de petróleo relativamente modesta, cerca de 1.509 barris diários por milhão de habitantes. A Bacia de Camamu-Almada é responsável por parte dessa produção. Por fim, Alagoas (AL), Ceará (CE) e Maranhão (MA) apresentam produção abaixo de 1.000 barris diários por milhão de habitantes.

Em síntese, a Figura 1 destaca as disparidades existentes na produção de petróleo por milhão de habitantes entre os estados brasileiros. Além disso, a figura evidencia a importância da localização geográfica e da presença de bacias sedimentares na determinação da produção de cada estado.

No caso da produção de Sergipe, embora represente uma pequena fração da produção nacional, o estado possui importantes reservas de petróleo e gás natural, que são exploradas principalmente pela Petrobras, gerando receitas importantes para o estado e contribuindo para a geração de empregos e renda. De acordo com dados da Agência Nacional de Petróleo, entre 2013 e 2019, o estado recebeu, em média, aproximadamente R\$ 287,2 milhões ao ano em *royalties* de petróleo e gás (ANP, 2023b).

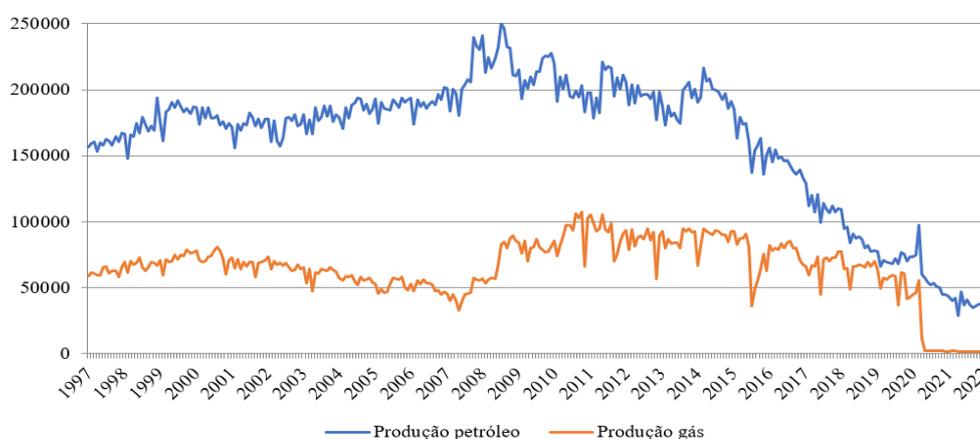
Conforme dados da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS), o setor de Petróleo e gás natural foi responsável pelo emprego formal de 2.108 trabalhadores no período de 2006 a 2015, sendo 90% desses postos de trabalho situados na região metropolitana de Aracaju e no município de Japaratuba. Do total de pessoas empregadas no setor, cerca de 50% correspondem às faixas de rendas mais altas, sendo que 830 pessoas receberam mais de 20 salários-mínimos no referido período. Os salários elevados no setor de petróleo são resultado da alta agregação de valor do setor, especialmente a lucratividade da indústria, a necessidade de habilidades especializadas e o papel crucial que o petróleo desempenha na economia, como já pontuava Silva e França (2009).

Além dos altos salários, o setor emprega uma mão de obra mais qualificada. Em 2015, por exemplo, cerca de 70,2% dos trabalhadores detinham ensino superior completo. Esse aspecto se deve, como destacado anteriormente por Silva e França (2009), à natureza técnica e complexa de operações, à necessidade de segurança, ao conhecimento especializado em geologia e engenharia, ao cumprimento de regulamentações e normas e aos altos investimentos envolvidos nesse setor.

Segundo a Figura 2, a produção de petróleo sergipana, até meados de 2014, va-

riou entre 150.000 m³ e 250.000 m³. Entretanto, após 2015, a produção de petróleo apresenta trajetória de queda até 2022. De acordo com dados da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP, 2023a), no mês de março de 2022, a produção diária de petróleo em Sergipe foi de aproximadamente 8,7 mil barris, enquanto a produção diária total do Brasil foi de cerca de 2,7 milhões de barris, o que representa menos de 1% da produção nacional. Ainda que pouco expressiva em relação ao montante produzido no País, tal produção é de suma importância para o desenvolvimento econômico do estado que ainda enfrenta diversos desafios socioeconômicos, como baixos índices de desenvolvimento humano, desigualdade social, pobreza e falta de investimentos em infraestrutura (Duque, 2019).

Figura 2. Produção mensal de petróleo (em m³) e gás (em m³) do estado de Sergipe: 1997–2022



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da ANP (2023a).

A Figura 2 também apresenta a produção de gás natural sergipana. Até 2020, eram extraídos, em média, 64.575 mil metros cúbicos de gás natural, mas a decisão de paralisação da atuação da Petrobras na região tomada pelo governo federal fez com que a produção de gás natural chegasse a quase zero.

Sergipe destaca-se nesse segmento por sua localização estratégica. De acordo com a legislação, o repasse dos *royalties* é distribuído aos municípios produtores de petróleo, aos que são atravessados por gasodutos e oleodutos, àqueles que enfrentam as consequências econômicas e sociais da atividade petrolífera. A distribuição ocorre de forma proporcional conforme a produção e visa compensar os municípios envolvidos (Bellini e Stephan, 2015). No entanto, diante do potencial de receita gerada pela atividade, há uma garantia a todos os municípios do estado de uma parcela, mesmo que pequena, dos *royalties* provenientes da atividade de petróleo e gás, fazendo com que os municípios sergipanos, especialmente os de menor população e arrecadação própria, tornem-se altamente dependentes desse repasse (Galvão, 2020).

A Região Petrolífera Sergipana (RPS) ocupa uma área de 4.444 km², equivalente a 20% da superfície total do estado, onde se localizam dezoito municípios que são res-

ponsáveis pela exploração de recursos minerais (Silva e França, 2009). Os municípios que compõem a RPS são: Aracaju, Barra dos Coqueiros, Brejo Grande, Carmópolis, Divina Pastora, General Maynard, Itaporanga D'Ajuda, Japaratuba, Laranjeiras, Maruim, Nossa Senhora do Socorro, Pacatuba, Pirambu, Riachuelo, Rosário do Catete, Santo Amaro das Brotas, São Cristóvão e Siriri. A população residente na RPS é de 970.758 habitantes, correspondendo a 50,05% da população do estado (Silva e França, 2009).

A bacia Sergipe-Alagoas possui uma história relevante na indústria do petróleo. A descoberta de petróleo nessa região remonta aos anos 1950, quando foram realizadas as primeiras perfurações exploratórias. Em 1961, desbravou-se o campo terrestre de Riachuelo, seguido em 1963 pelo campo de Carmópolis, que se estendia pelos municípios vizinhos. E, em 1968, houve a descoberta do primeiro campo marítimo brasileiro, o de Guaricema, na costa nacional, marcando o início da exploração comercial de petróleo no estado (Campos Neto et al., 2007). A Petrobrás prosseguiu com a perfuração de outros poços na região e ampliou seus investimentos em atividades de exploração e produção até que, no final dessa década, a empresa deu início à exploração da plataforma continental que se revelou promissora, com uma reserva estimada de mais de 1 bilhão de barris de petróleo (Mendonça et al., 2003).

Em 1970, foram descobertos os Campos de Dourado e Camorim e Caioba, em 1971. Tais locais marcaram um importante avanço na produção marítima de petróleo e foram berço das primeiras plataformas fixas de produção no mar, que contaram com o auxílio de navios para estocagem da produção. No entanto, foi a partir da década de 1980 que ocorreu um grande avanço na exploração comercial de petróleo na bacia (Morais, 2012). O Quadro 1 retrata uma linha do tempo com o contexto estadual e nacional do setor de Petróleo e gás.

Ao longo dos anos, a Petrobras desenvolveu diversos campos de petróleo e gás em Sergipe, como os campos de Carmópolis, Sirizinho, Socorro e outros. A empresa também realizou investimentos em infraestrutura para escoamento da produção, como a construção de gasodutos e terminais de armazenamento e distribuição. A exploração e a produção de petróleo na bacia Sergipe-Alagoas se desenvolveram principalmente por meio de parcerias entre empresas brasileiras e estrangeiras, com investimentos significativos em infraestrutura e tecnologia. O petróleo extraído nessa região é de boa qualidade, caracterizado por óleo leve e baixo teor de enxofre, o que o torna valioso no mercado. Essa atividade petrolífera na bacia Sergipe-Alagoas contribuiu para o desenvolvimento econômico da região, gerando empregos, impulsionando a cadeia produtiva do setor de Petróleo e gás, e proporcionando uma fonte de receitas para os governos estaduais e municipais.

No final da década de 2010, ocorreram importantes descobertas de grandes reservas de petróleo na área conhecida como "Pré-sal de Sergipe-Alagoas", situada em águas profundas da bacia. Essas descobertas despertaram ainda mais o interesse da indústria petrolífera, abrindo novas perspectivas de exploração e produção de petró-

Quadro 1. Linha do tempo dos principais marcos voltados ao setor de petróleo no estado de SE

	1938	Criação do Conselho Nacional do Petróleo (CNP)
Primeira descoberta de Petróleo no Brasil	1939	
	1953	Fundação da Petrobrás
Criação do Instituto Brasileiro de Petróleo (IBP)	1957	
	1960	Criação do Ministério de Minas e Energia
	1961	Desbravagem do campo terrestre de Riachuelo (SE)
Descoberta do Campo de Carmópolis (SE)	1963	
	1968	Descoberta do primeiro campo marítimo (Guaricema/SE)
Descoberta do Campo de Dourados (SE)	1970	Descoberta do Campo de Camorim (SE)
Descoberta do Campo de Caiobá (SE)	1971	
Instituição da Lei do Petróleo	1997	
	1999	Implantação do Programa Repreto
Abertura do mercado de combustíveis no Brasil	2001	
	2002	Liberação da importação total de derivados do petróleo no Brasil
PROMINP (Programa de Mobilização da Indústria Nacional de Petróleo e Gás Natural)	2003	
	2006	O Brasil atinge a autossuficiência em petróleo
Instituição do Regime Regulador Misto para exploração e produção de petróleo	2010	
	2011	Programa BNDES P&G (Programa de Sustentação do Investimento em Exploração e Produção de Petróleo e Gás)

Fonte: Elaboração própria.

leo na região. A história do petróleo na bacia Sergipe-Alagoas ainda está em curso, com contínuos avanços tecnológicos e novas descobertas que podem influenciar o cenário da indústria do petróleo na região. Em 2019, o Ministério de Minas e Energia confirmou o fechamento da sede da Petrobras em Sergipe; a decisão faz parte de um processo de reestruturação da empresa estatal e tem como objetivo reduzir custos e otimizar as operações. A medida suscita preocupação e críticas por parte dos trabalhadores e autoridades locais, que temem o impacto econômico e social da saída da Petrobras da região o que justifica a pertinência do presente estudo.

Nesse contexto, o presente estudo, conforme abordado na introdução, busca estimar os impactos da paralisação da atividade de extração de petróleo e gás. Dada a dependência do estado em relação à esta atividade, bem como a complexidade de sua cadeia produtiva, assume-se que os impactos, principalmente os indiretos, serão consideráveis. Para tal avaliação, a próxima seção apresenta o método, a estratégia empírica e a base de dados para a realização do exercício de simulação proposto.

3. Método, base de dados e estratégia de simulação

Para simular os efeitos da paralisação do setor de Petróleo e gás, este estudo utiliza a metodologia de insumo-produto em conjunto com o método de extração hipotética (MEH). Conforme descrito por Vale e Perobelli (2020), o método de extração hipotética consiste na extração de um setor do sistema de insumo-produto. A técnica permite,

portanto, analisar a importância de um setor em uma estrutura econômica. Quanto maior o nível de interdependência desse setor na economia em questão, maior será o impacto gerado.

No contexto do presente trabalho, considera-se a extração total do setor de Petróleo e gás do sistema sergipano. Ou seja, considera-se a extração da estrutura de compras (ligação para trás) e da estrutura de vendas (ligação para frente) simultaneamente. Essa estratégia, conforme detalhado anteriormente, tem como objetivo mimetizar a paralisação das atividades da Petrobras no estado de Sergipe.

Para tal, parte-se da equação básica de equilíbrio do modelo de insumo-produto:

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

em que x representa o vetor de valor bruto da produção, I a matriz identidade, A a matriz de coeficientes técnicos, y o vetor de demanda final e $(I - A)^{-1}$ a matriz inversa de Leontief.

Partindo do sistema de insumo-produto, se a extração ocorre nos elementos de compras e de vendas, pode-se, genericamente, afirmar que o setor não compra insumos dos setores produtivos e não vende insumos aos setores produtivos e bens finais aos demais agentes do sistema (famílias, governo, setor externo etc.).

Portanto, a nova matriz A será representada por A^* , sendo essa a matriz com a extração hipotética da coluna e da linha referente ao setor em questão. O novo vetor de demanda final será representado por y^* , sendo esse o vetor com a extração da linha referente ao setor em questão.

A solução para esse caso é dada por:

$$x^* = (I - A^*)^{-1}y^* \quad (2)$$

Comparando as equações (1) e (2), é possível calcular os impactos da extração das ligações para trás e para frente a partir de:

$$\Delta x = x - x^* \quad (3)$$

em que Δx representa os efeitos em termos de valor bruto da produção da retirada do setor em questão do sistema.

Considerando um sistema inter-regional de insumo-produto, esses efeitos podem ser separados em efeitos intrarregionais (dentro da própria região) e efeitos inter-regionais (nas demais regiões do sistema). No caso do presente trabalho, os efeitos são separados, portanto, em efeitos em Sergipe e no restante do Brasil.

Além disso, a partir dos coeficientes de intensidade de valor adicionado e emprego (fator trabalho), os resultados de valor bruto da produção podem ser representados em termos de valor adicionado e emprego.

Por exemplo, considerando o vetor e com os coeficientes de intensidade de emprego (fator trabalho) setoriais, ocupações do setor por valor bruto da produção do setor, os impactos em termos de emprego podem ser calculados por:

$$\Delta e = e \Delta x \quad (4)$$

Similarmente, os efeitos em termos de valor adicionado podem ser calculados.

Para implementação do método de extração hipotética, utilizou-se a matriz de insumo-produto inter-regional, ano base 2011, estimada por (Haddad et al., 2017). Originalmente, o sistema foi construído para os 27 estados brasileiros. Entretanto, para os objetivos deste presente trabalho, agregou-se o sistema em duas regiões: Sergipe e restante do Brasil. Além disso, para melhor visualização dos resultados, foi realizada uma agregação dos 68 setores em 29 setores econômicos. A agregação pode ser vista no Apêndice 1.

Para estimar a paralisação do setor de Petróleo e gás de Sergipe, como mencionado anteriormente, foi realizada a extração total da estrutura de compras e da estrutura de vendas do setor. A diferença entre o novo valor bruto da produção (sem o setor Petróleo e gás) e o valor bruto da produção original da MIP corresponde ao impacto potencial (Equação 3). A partir dele, pode-se derivar os efeitos sobre PIB e emprego (Equação 4).

Vale ressaltar que o método de extração hipotética (MEH) já foi aplicado em diferentes contextos como, por exemplo, análises setoriais (Song et al., 2006; Temurshoev, 2010; Cerqueira, 2021; Fernandes et al., 2021), aspectos regionais (Perobelli et al., 2010), análise energética (Guerra e Sancho, 2010), emissões (Ali, 2015; Zhao et al., 2015; Zhang et al., 2018), uso da água (Haddad et al., 2020) e impactos da pandemia da Covid-19 (Haddad et al., 2021; Santos et al., 2020; Ribeiro et al., 2023).

Song et al. (2006) utilizam o MEH aplicado a uma base de dados de insumo-produto da OCDE para avaliar o papel do setor de construção civil em economias nacionais. Depois da extração, os autores concluem que o encadeamento do setor diminui com a maturidade econômica. Temurshoev (2010) utilizou o MEH para investigar o problema de identificação de setores-chave na economia australiana.

Cerqueira (2021), por sua vez, utilizou o MEH para simular os impactos econômicos do fechamento da Fábrica de Fertilizantes Nitrogenados da Bahia, anunciado pela Petrobras em 2018. O autor conclui que o fechamento poderia reduzir o valor bruto da produção da economia baiana entre 0,7% e 0,6%. Segundo esse autor, a paralisação desta fábrica impactaria de forma mais acentuada as atividades de Perfumaria, higiene e limpeza, Produtos químicos, Refino de petróleo e Celulose e produtos de madeira. Fernandes et al. (2021) utilizaram a mesma técnica para estimar o fechamento da fábrica da Ford em Taubaté/SP. Os autores estimaram uma perda agregada anual de R\$ 3,83 bilhões, o que representaria 0,24% do PIB de São Paulo. O setor mais impactado seria Manufatura, seguido por Serviços e Comércio. No sentido oposto,

os setores menos impactados seriam Agropecuária, Mineração e Construção.

Ao aplicar o MEH regional para a Colômbia, Perobelli et al. (2010) identificaram que Bogotá exerce uma grande influência sobre as demais economias regionais, principalmente por meio das suas compras. Guerra e Sancho (2010), por sua vez, propuseram uma adaptação do MEH para medir o papel dos ganhos de eficiência energética e não energética na Espanha. Ali (2015) e Zhao et al. (2015), por sua vez, utilizaram o MEH para avaliarem as emissões de CO₂ incorporadas nas relações intersetoriais da Itália e da África do Sul, respectivamente. Zhang et al. (2018) utilizou o mesmo método para analisar as ligações setoriais das emissões de CO₂ causadas pelo consumo das famílias na China.

Ao simular a extração do setor de petróleo e gás da Espanha, Guerra e Sancho (2010) estimam redução de quase 100% da produção do próprio setor o que, segundo os autores, é esperado dado que este setor é um dos principais fornecedores de insumos dentro do bloco da energia. Quando o método de extração é aplicado a outros setores de energia da Espanha como, por exemplo, refino de petróleo e coque, e setores de produção e distribuição de eletricidade e gás, as perdas relativas de produção são mais amplamente distribuídas entre todas as atividades de energia.

Haddad et al. (2020) utilizaram o MEH para avaliar o conteúdo virtual de água no comércio entre as regiões de Marrocos e discutem potenciais compensações entre a utilização de recursos naturais e a criação de valor adicionado. Haddad et al. (2021); Santos et al. (2020) e Ribeiro et al. (2023) utilizaram uma abordagem de extração hipotética parcial para simular os impactos econômicos da pandemia da Covid-19 nos estados de São Paulo, Bahia e Sergipe, respectivamente. Os resultados desses trabalhos apontaram importantes políticas de mitigação para as respectivas economias.

Diante do potencial do MEH em evidenciar as características produtivas e os encaixamentos setoriais e regionais, a próxima seção apresenta e discute os resultados da extração hipotética da Petrobrás do Estado de Sergipe. Conforme destacado anteriormente, a simulação é feita a partir da extração do setor de Petróleo e gás da estrutura produtiva sergipana.

4. Resultados

Para qualificar os resultados das simulações de paralisação do setor de Petróleo e gás de Sergipe, faz-se relevante avaliar, inicialmente, características estruturais do setor a partir de dados da própria matriz de insumo-produto (MIP) de Sergipe e restante do Brasil. Em 2011, conforme dados da MIP, a produção do setor de Petróleo e gás correspondeu por 7% da produção total do estado. Além disso, o setor representou 18,8% da produção total da indústria e 99% da produção da indústria extrativa sergipana. Pelo lado da oferta, 78% da produção total do setor de Petróleo e gás teve como destino o consumo intermediário e 22% a demanda final da economia. Vale ressaltar que apenas 5,1% das vendas de insumos intermediários foram realizadas no próprio

estado, o que revela a interdependência produtiva do setor com o restante do Brasil.

A partir do cálculo dos índices de ligação de Hirschman-Rasmusen (Hirschman, 1958; Rasmussen, 1958), é possível verificar que o setor de Petróleo e gás apresentou índice para trás (0,95) maior do que o índice para frente (0,77). Embora menores do que a média da economia, conforme discutido a seguir, os encadeamentos produtivos mensurados a partir das relações de compras e vendas intermediárias do setor com o restante da economia revelam impactos significativos. Entretanto, vale destacar que, para o ano de 2004, conforme cálculo de Santos et al. (2018), o índice para frente do setor foi de 1,44 e o índice para trás foi de 0,79, o que revela perda de intensidade do setor em relação à média da economia. Vale ressaltar, por outro lado, que o grau de agregação setorial pode influenciar esse resultado.

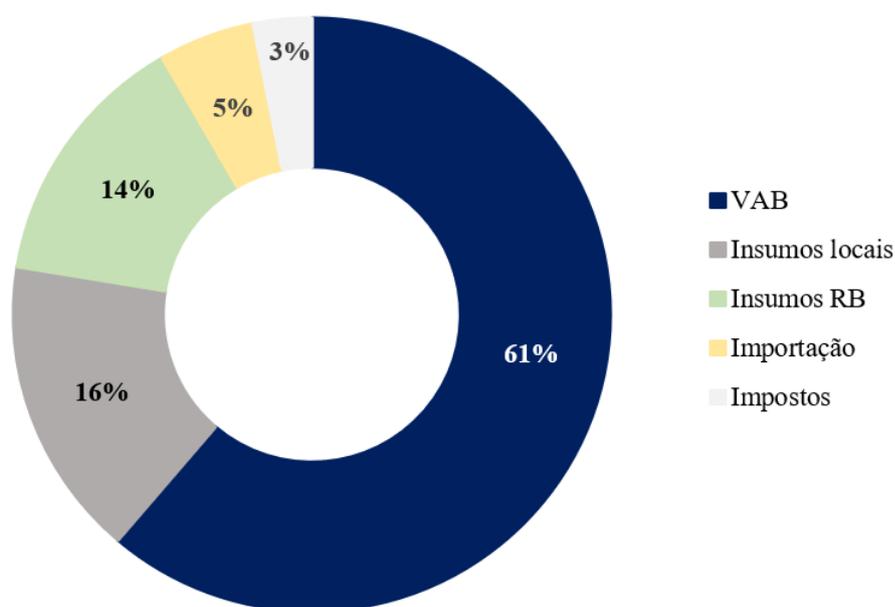
Visando entender melhor a cadeia produtiva do setor de Petróleo e gás de Sergipe, a Figura 3 apresenta a sua estrutura de custos com base na MIP. É possível observar que a maior parcela da estrutura de custos do setor, em 2011, foi advinda da remuneração dos fatores de produção (valor adicionado bruto – VAB), respondendo por 61% do total dos custos do setor. Na sequência, os seus custos são divididos em insumos domésticos, sendo 16% com origem no próprio estado (Insumos locais), 14% com origem no restante do Brasil (Insumos RB) e 5% com origem importada (Importação). Por fim, 3% correspondem aos pagamentos de impostos indiretos (Impostos).

O setor de Petróleo e gás de Sergipe, como destacaram Santos et al. (2018), é caracterizado por possuir um perfil de emprego com maior grau de escolaridade e, conseqüentemente, com o pagamento de salários mais altos. No período 2006-2015, segundo os referidos autores, mais da metade do pessoal ocupado nesse setor estava nas faixas de salários mais altas. Isso reforça a importância do setor de Petróleo e gás na geração de valor adicionado para a economia sergipana.

No que remete aos resultados das simulações de paralisação do setor de Petróleo e gás em Sergipe, a Tabela 1 sintetiza os impactos regionais sobre produção, PIB e emprego. Os resultados da tabela devem ser interpretados como perdas anuais nas respectivas economias.

Ao extrair hipoteticamente o setor de Petróleo e gás do estado de Sergipe, a economia brasileira sofreria redução de sua produção em aproximadamente R\$ 4,7 bilhões, sendo R\$ 3,74 bilhões² (79%) da própria produção estadual e R\$ 1 bilhão (21%) do restante do Brasil. No caso do estado de Sergipe, essa queda representaria uma redução de 8,7% da produção total estadual do ano de 2011. Considerando que o setor de Petróleo e gás respondeu por 7% da produção sergipana em 2011, é possível afirmar, portanto, que a paralisação provocaria um impacto superior ao tamanho da própria atividade, indicando sua importância em termos de encadeamento produtivo na economia local.

²A preços de junho de 2023, considerando o Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), isso representaria aproximadamente R\$ 9,2 bilhões.

Figura 3. Estrutura de custos do setor de Petróleo e gás de Sergipe (2011)

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da MIP.

Tabela 1. Impactos regionais da extração hipotética do setor de Petróleo e gás de Sergipe, em termos de VBP e PIB (R\$ milhões a preços de 2011) e emprego (postos de trabalho)

Região	VBP	PIB	Emprego
SE	-3.744	-2.257	-13.108
RB	-1.004	-432	-7.271
Brasil	-4.749	-2.689	-20.379

Fonte: Elaboração própria com base nas simulações.

Esse resultado se deve ao encadeamento do setor com outros setores da economia local e do restante do Brasil. Embora o restante do Brasil esteja agregado na MIP, há na literatura estudos que destacam a importância do setor sergipano para outras localidades. Santos e Ribeiro (2018), por exemplo, mostram que a cadeia produtiva de petróleo e gás do estado da Bahia tem uma relação muito importante tanto em termos de demanda quanto de oferta com o setor de Petróleo e gás de Sergipe. Segundo os autores, a Bahia foi responsável, em 2004, por demandar 30,3% dos insumos intermediários do setor de Petróleo e gás sergipano.

Em termos de PIB, o impacto seria de aproximadamente R\$ 2,3 bilhões no estado de Sergipe e R\$ 432 milhões no restante do Brasil, o que representaria um efeito de vazamento de aproximadamente 16% ao considerar o efeito total na economia brasileira (R\$ 2,7 bilhões). Esse resultado está em linha com dados estruturais da economia sergipana. Ao considerar os multiplicadores setoriais de produção³, por exemplo, percebe-se que o grau de vazamento do setor Petróleo e gás situa-se abaixo da média

³Ver Vale e Perobelli (2020) para mais detalhes sobre os cálculos dos multiplicadores de produção.

da economia sergipana.

O impacto sobre o emprego é relativamente menor. Por ser um setor intensivo em capital, a paralisação levaria à uma redução de aproximadamente 1,6% do emprego total em Sergipe. Em termos absolutos, a paralisação das atividades do setor de Petróleo e gás de Sergipe levaria a redução de 20.379 empregos diretos e indiretos no Brasil, sendo 13.108 em Sergipe e 7.271 no restante do Brasil.

As Figuras 4, 5 e 6 apresentam os resultados setoriais, desagregados em impactos diretos, indiretos e totais. A Figura 4 apresenta os impactos setoriais sobre a produção decorrentes da extração hipotética do setor de Petróleo e gás de Sergipe.

Todos os setores econômicos são impactados negativamente, ainda que de forma marginal. Os impactos indiretos são maiores que os diretos em todos os setores, o que demonstra a importância do setor de Petróleo e gás na cadeia produtiva sergipana. À exceção do próprio setor de Petróleo e gás, os setores mais impactados em termos totais seriam Transportes, atividades auxiliares e correio, Serviços às empresas, Comércio, Construção e Atividades imobiliárias, com reduções de aproximadamente R\$ 212,5 milhões, R\$ 123 milhões, R\$ 70,5 milhões, R\$ 48,2 milhões e R\$ 25,4 milhões nas suas respectivas produções (Figura 4).

Vale ressaltar que o impacto no próprio setor de Petróleo e gás seria exatamente a redução de 100% do seu VBP, o que representaria aproximadamente R\$ 3,1 bilhões ou o equivalente a 85% do impacto total em Sergipe. Portanto, pode-se inferir que 85% dos efeitos sobre a economia sergipana seriam de impacto direto e 15% seriam de impacto indireto.

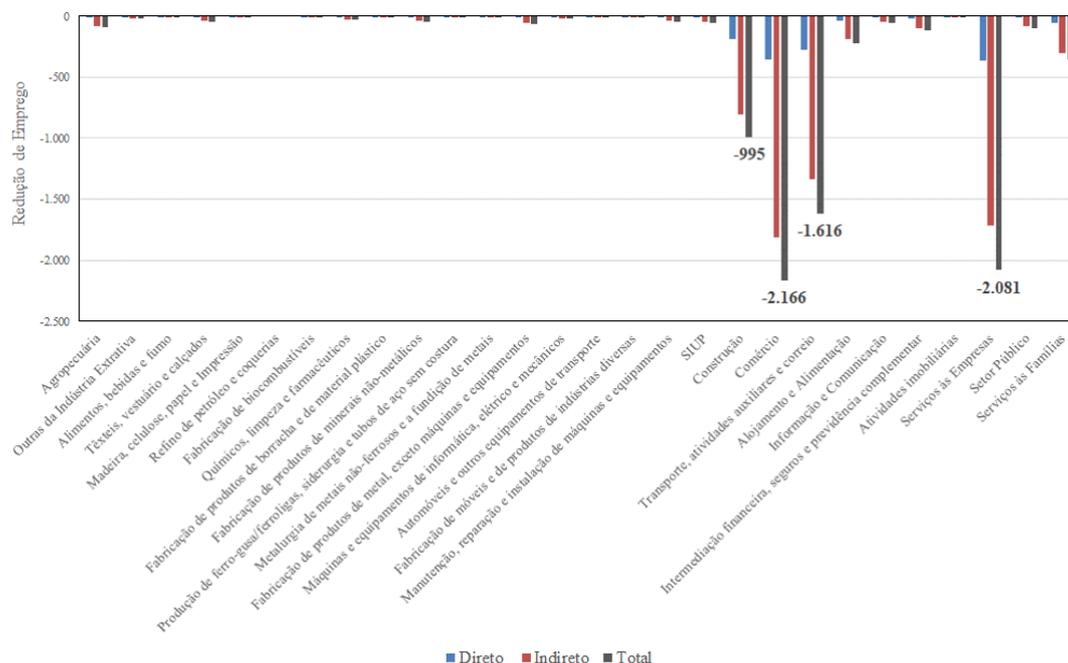
Em termos de PIB, na Figura 5, é possível verificar que os setores mais impactados, ainda que em menor magnitude, são, em geral, os mesmos evidenciados em termos de VBP. No entanto, diferentemente do resultado anterior, Serviços às empresas seria o setor mais impactado, com redução do PIB em aproximadamente R\$ 96,8 milhões, seguido por Transportes, atividades auxiliares e correio, com redução de aproximadamente R\$ 82,7 milhões, e Comércio, com redução de aproximadamente R\$ 51,5 milhões.

Por fim, em termos de emprego, Figura 6, os setores mais afetados seriam o próprio setor, com redução de 4.920 empregos diretos e indiretos, seguido por Comércio (-2.166), Serviços às empresas (-2.081), Transporte, atividades auxiliares e correios (-1.616) e Construção (-995).

De forma geral, percebe-se que os setores mais impactados a partir das três variáveis analisadas (produção, PIB e emprego) são os mesmos. Esse resultado mostra que as atividades mais impactadas são aquelas, independente da variável utilizada, que têm maior relação de comércio com o setor de Petróleo e gás de Sergipe.

Os resultados revelam uma notável dependência econômica do estado de Sergipe

Figura 6. Impactos setoriais da extração hipotética do setor de Petróleo e gás de Sergipe, em termos de emprego (postos de trabalho)



Fonte: Elaboração própria com base nas simulações.

Nota: O setor de Petróleo e gás foi retirado da figura para melhor visualização dos resultados. Os resultados completos estão no Apêndice 2.

em relação ao setor de Petróleo e gás de modo que a paralisação desse setor teria impactos significativos em várias dimensões, com destaque para o mercado de trabalho. A paralisação das atividades do setor poderia resultar em uma considerável redução de empregos diretos e indiretos, afetando desde operadores de plataformas até profissionais em indústrias correlatas. A especialização da mão de obra local, frequentemente alinhada às demandas específicas do setor, poderia encontrar desafios na transição para outras indústrias, gerando desemprego e instabilidade no mercado de trabalho regional.

A geração de valor adicionado também sofreria impactos relevantes. A paralisação do setor de Petróleo e gás diminuiria os fluxos financeiros associados, prejudicando a receita das empresas envolvidas e, por consequência, reduzindo a capacidade de pagamento de salários e benefícios. Ademais, a diminuição da atividade econômica nesse setor poderia acarretar uma redução na demanda por bens e serviços locais, afetando as pequenas empresas e a economia como um todo.

Assim, torna-se imperativo direcionar esforços para a implementação de estratégias voltadas à diversificação da economia local. Ao fazê-lo, a estrutura econômica se tornaria menos suscetível a choques exógenos, promovendo maior resiliência. A paralisação do setor de petróleo e gás, especialmente em um estado como Sergipe, acarreta efeitos consideráveis sobre a economia local. Nesse contexto, é de suma importância deliberar sobre estratégias e políticas de mitigação para reduzir os impactos econô-

micos adversos. Investir na diversificação da economia emerge como uma estratégia fundamental. Identificar e promover setores alternativos, como turismo, agricultura, tecnologia ou energias renováveis, poderia contribuir significativamente para atenuar a dependência excessiva do setor de Petróleo e gás.

Embora o meio ambiente não seja o foco central do presente estudo, é importante considerar que a paralisação teria efeitos mistos nessa área. A redução da exploração de petróleo e gás poderia diminuir alguns impactos ambientais associados, como derramamentos acidentais e emissões de gases de efeito estufa. No entanto, a transição para outras atividades econômicas poderia introduzir novos desafios ambientais, dependendo da natureza dessas atividades. O desenvolvimento de indústrias alternativas, por exemplo, pode envolver preocupações ambientais específicas que necessitariam de atenção para garantir a sustentabilidade a longo prazo. Desse modo, estudos futuros poderiam adicionar a dimensão ambiental para direcionar as discussões para essa relevante área de estudo.

5. Considerações finais

Este estudo objetivou estimar os impactos econômicos potenciais da paralisação do setor de Petróleo e gás de Sergipe, cuja principal justificativa refere-se à saída da Petrobrás do estado. Para tanto, utilizou-se o método de extração hipotética em um modelo inter-regional de insumo-produto, calibrado para o ano de 2011. A escolha dessa metodologia permitiu mensurar os efeitos diretos e indiretos em toda a cadeia produtiva, bem como identificar como o impacto se distribuiu em termos regionais e setoriais.

Os principais resultados mostraram impactos relevantes em termos de produção, valor adicionado e emprego. Como o setor de Petróleo e gás de Sergipe tem uma relação forte com outros estados brasileiros, principalmente no processo de refino do petróleo, em média, 21% do impacto da paralisação das atividades desse setor transbordaria para o restante do Brasil. Do ponto de vista setorial, à exceção da própria atividade, os setores sergipanos com maior redução do nível de atividade seriam Transportes, atividades auxiliares e correio, Serviços às empresas e Comércio. O setor de transportes é intensivo no uso de combustíveis, ao passo que o de Comércio reflete às margens. Além disso, a Petrobras tem uma gama complexa de prestadoras de serviços, o que pode estar sendo captado pela queda dos Serviços às empresas.

Em relação à metodologia usada no presente estudo, vale destacar que uma das principais limitações refere-se à impossibilidade de captar os efeitos de longo prazo que essa paralisação do setor de petróleo e gás poderia provocar na economia sergipana. Assim, um dos desdobramentos desta pesquisa é a construção de um modelo dinâmico e inter-regional de equilíbrio geral computável que seja capaz de produzir novas evidências empíricas a partir da simulação de impactos de longo prazo. Outro ponto a ser destacado como limitação é que o ano base do modelo de simulação é

2011, período em que a produção de petróleo no estado de Sergipe era mais elevada em relação à 2019. Assim, os resultados podem estar superestimados e, portanto, devem ser avaliados qualitativamente em termos de sua distribuição setorial e regional, principalmente.

Por fim, vale ressaltar que há grades perspectivas para que a Petrobras retome suas atividades no estado de Sergipe e, conforme seu mais recente Plano Estratégico 2022-2026, inicie os investimentos para exploração das novas reservas de petróleo e gás na bacia Sergipe-Alagoas. Essa exploração abre a possibilidade de uma agenda de pesquisas no sentido de avaliar os impactos econômicos em termos de infraestrutura, mercado imobiliário, adensamento da cadeia produtiva e simulação de benefícios do pagamento de *royalties* em diferentes dimensões como, por exemplo, educação, saúde, ciência, tecnologia, inovação e desenvolvimento.

Referências

- Ali, Y. (2015). Measuring co2 emission linkages with the hypothetical extraction method (hem). *Ecological Indicators*, 54:171–183.
- ANP (2023a). Anuário estatístico 2023. Texto para discussão, Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis.
- ANP (2023b). Royalties e outras participações. agência nacional do petróleo, gás natural e biocombustíveis. Texto para discussão, Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis.
- Bellini, J. H. e Stephan, Í. C. (2015). A teoria do desenvolvimento desigual e combinado nos municípios produtores de petróleo e gás das regiões norte fluminense e baixadas litorâneas. *Geo UERJ*, (27):42–63.
- Campos Neto, O. P. d. A., Lima, W. S., e Cruz, F. E. G. (2007). Bacia de sergipe-alagoas. *Boletim de Geociências da Petrobras*, 15(2):405–415.
- Cerqueira, R. B. (2021). *Importância da indústria na economia baiana: o caso da FAFEN-BA*. CORECON-BA.
- Chambriard, M. M. d. R. e Neves, P. H. G. (2020). Petróleo, gás natural, emprego e renda. estimativas para 2030.
- Duque, A. M. (2019). *Determinantes sociais da saúde e envelhecimento: uma abordagem espacial e temporal da realidade do Brasil e de Sergipe*. Tese de Doutorado, Tese (Doutorado em Ciências da Saúde) - Universidade Federal de Sergipe, Aracaju.
- EPE (2023). Balanço energético nacional 2023: Ano base 2022 / empresa de pesquisa energética. Texto para discussão, Empresa de Pesquisa Energética.
- Estadão (2019). Petrobrás faz a maior descoberta desde o pré-sal, em Sergipe e Alagoas.

- Fernandes, R. P., Haddad, E. A., e Dias, L. C. C. (2021). Impactos econômicos da saída da ford do estado de são paulo (nota técnica). Texto para discussão, Núcleo de Economia Regional e Urbana da Universidade de São Paulo (NEREUS) (Texto para discussão n.2-2021).
- Galvão, N. M. d. S. (2020). Análise de correspondência entre perfil municipal e recursos de royalties de petróleo no estado de sergipe. *Café*, 3(1):33–48.
- Guerra, A.-I. e Sancho, F. (2010). Measuring energy linkages with the hypothetical extraction method: an application to spain. *Energy Economics*, 32(4):831–837.
- Haddad, E. A., Júnior, C. A. G., e Nascimento, T. O. (2017). Matriz interestadual de insumo-produto para o brasil: uma aplicação do método ioas. *Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos*, 11(4):424–446.
- Haddad, E. A., Mengoub, F. E., e Vale, V. A. (2020). Water content in trade: a regional analysis for morocco. *Economic Systems Research*, 32(4):565–584.
- Haddad, E. A., Perobelli, F. S., Araújo, I. F., e Bugarin, K. S. S. (2021). Structural propagation of pandemic shocks: an input–output analysis of the economic costs of covid-19. *Spatial Economic Analysis*, 16(3):252–270.
- Hirschman, A. O. (1958). *The strategy of economic development*. New Haven: Yale University Press.
- Melo, R. L. d. (2012). *Economia sergipana contemporânea*. Aracaju: Diário Oficial: UFS.
- Mendes, A. P. d. A., Pinhão, C. M. d. Á. M., Teixeira, C. A. N., Prates, H. F., Rocio, M. A. R., e Costa, R. C. (2020). Mercado de embarcações de apoio a plataformas de produção de petróleo e gás natural. *BNDES Setorial*, 26(51):77–124.
- Mendonça, P. M. M., Spadini, A. R., e Milani, E. J. (2003). Exploração na petrobras: 50 anos de sucesso. *Boletim de geociências da petrobras*, 12(1):9–58.
- Morais, J. M. d. (2012). *Petróleo em águas profundas: uma história tecnológica da Petrobras na exploração e produção offshore*. Brasília: IPEA.
- Perobelli, F. S., Haddad, E. A., Moron, J. B., e Hewings, G. J. D. (2010). Structural interdependence among colombian departments. *Economic Systems Research*, 22(3):279–300.
- Petrobras (2023). Nossas atividades - principais operações - bacias. Texto para discussão.
- Rasmussen, P. N. (1958). *Studies in intersectoral relations*. North Holland, Amsterdam.
- Ribeiro, L. C. D. S., Morais, L. C. D. M. A., Gama, L. C. D., e Ferreira Neto, A. B. (2023). Regional and sectorial impacts of the covid-19 pandemic in sergipe, brazil. *Growth and Change*, 54(3):674–693.

- Ribeiro, L. C. S., Jorge, M. A., e da Cruz, I. S. (2015). Desconcentração da indústria em sergipe? uma análise descritiva do período 2000-2010. *Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos*, 9(1):50–70.
- Santos, G. F., Ribeiro, L. C. d. S., e Cerqueira, R. B. (2020). The informal sector and covid-19 economic impacts: the case of bahia, brazil. *Regional Science Policy & Practice*, 12(6):1273–1285.
- Santos, R. N., Ribeiro, L. C. d. S., e Santana (2018). *Os encadeamentos produtivos do setor de petróleo e gás de Sergipe*. Editora UFS: São Cristóvão.
- Santos, R. N., Ribeiro, L. C. d. S., e Santana, J. R. d. (2022). The effects of oil royalties on regional inequality in brazil. *Cepal Review*, 136:191–208.
- Silva, G. M. e França, V. L. A. (2009). Petróleo, royalties e pobreza. *GeoTextos*.
- Song, Y., Liu, C., e Langston, C. (2006). Linkage measures of the construction sector using the hypothetical extraction method. *Construction management and Economics*, 24(6):579–589.
- Temurshoev, U. (2010). Identifying optimal sector groupings with the hypothetical extraction method. *Journal of regional science*, 50(4):872–890.
- Vale, V. d. A. e Perobelli, F. S. (2020). *Análise de insumo-produto: teoria e aplicações no R*. Curitiba: Edição Independente.
- Zhang, Y.-J., Bian, X.-J., e Tan, W. (2018). The linkages of sectoral carbon dioxide emission caused by household consumption in china: evidence from the hypothetical extraction method. *Empirical Economics*, 54:1743–1775.
- Zhao, Y., Zhang, Z., Wang, S., Zhang, Y., e Liu, Y. (2015). Linkage analysis of sectoral co2 emissions based on the hypothetical extraction method in south africa. *Journal of Cleaner Production*, 103:916–924.

Apêndice:

A.1. Agregação setorial

		(continua)	
Cod.	Setores originais	Correspondência	Agregação setorial
1	Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	1+2+3	Agropecuária
2	Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	5	Extração de petróleo e gás
3	Produção florestal pesca e aquicultura	4+6+7	Outras da Indústria Extrativa
4	Extração de carvão mineral e de minerais não-metálicos	8+9+10+11+12	Alimentos, bebidas e fumo
5	Extração de petróleo e gás, inclusive as atividades de apoio	13+14+15	Têxteis, vestuário e calçados
6	Extração de minério de ferro, inclusive beneficiamentos e a aglomeração	16+17+18	Madeira, celulose, papel e Impressão
7	Extração de minerais metálicos não-ferrosos, inclusive beneficiamentos	19	Refino de petróleo e coquerias
8	Abate e produtos de carne, inclusive os produtos do laticínio e da pesca	20	Fabricação de biocombustíveis
9	Fabricação e refino de açúcar	21+22+23+24+25	Químicos, limpeza e farmacêuticos
10	Outros produtos alimentares	25	Fabricação de produtos de borracha e de material plástico
11	Fabricação de bebidas	26	Fabricação de produtos de minerais não-metálicos
12	Fabricação de produtos do fumo	27	Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura
13	Fabricação de produtos têxteis	28	Metalurgia de metais não-ferrosos e a fundição de metais
14	Confecção de artefatos do vestuário e acessórios	29	Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos
15	Fabricação de calçados e de artefatos de couro	31+31+32	Máquinas e equipamentos de informática, elétrico e mecânicos
16	Fabricação de produtos da madeira	33+34+35	Automóveis e outros equipamentos de transporte
17	Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	36	Fabricação de móveis e de produtos de indústrias diversas
18	Impressão e reprodução de gravações	37	Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos
19	Refino de petróleo e coquerias	38+39	SIUP
20	Fabricação de biocombustíveis	40	Construção
21	Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros	41+42	Comércio
22	Fabricação de defensivos, desinfestantes, tintas e químicos diversos	43+44+45+46	Transporte, atividades auxiliares e correio
23	Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal	47+48	Alojamento e Alimentação
24	Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	49+50+51+52	Informação e Comunicação
25	Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	53	Intermediação financeira, seguros e previdência complementar
26	Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	54	Atividades imobiliárias
27	Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura	55+56+57+58+59+60	Serviços às Empresas
28	Metalurgia de metais não-ferrosos e a fundição de metais	61+62+64	Setor Público
29	Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	63+66+67+68	Serviços às Famílias
30	Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos		
31	Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos		
32	Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos		
33	Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças		
34	Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores		
35	Fabricação de outros equipamentos de transporte, exceto veículos automotores		
36	Fabricação de móveis e de produtos de indústrias diversas		
37	Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos		
38	Energia elétrica, gás natural e outras utilidades		
39	Água, esgoto e gestão de resíduos		
40	Construção		
41	Comércio e reparação de veículos automotores e motocicletas		
42	Comércio por atacado e a varejo, exceto veículos automotores		
43	Transporte terrestre		
44	Transporte aquaviário		
45	Transporte aéreo		
46	Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio		
47	Alojamento		
48	Alimentação		
49	Edição e edição integrada à impressão		

A.1. Agregação setorial

		(conclusão)	
Cod.	Setores originais	Correspondência	Agregação setorial
50	Atividades de televisão, rádio, cinema e gravação/edição de som e imagem		
51	Telecomunicações		
52	Desenvolvimento de sistemas e outros serviços de informação		
53	Intermediação financeira, seguros e previdência complementar		
54	Atividades imobiliárias		
55	Atividades jurídicas, contábeis, consultoria e sedes de empresas		
56	Serviços de arquitetura, engenharia, testes/análises técnicas e P & D		
57	Outras atividades profissionais, científicas e técnicas		
58	Aluguéis não-imobiliários e gestão de ativos de propriedade intelectual		
59	Outras atividades administrativas e serviços complementares		
60	Atividades de vigilância, segurança e investigação		
61	Administração pública, defesa e seguridade social		
62	Educação pública		
63	Educação privada		
64	Saúde pública		
65	Saúde privada		
66	Atividades artísticas, criativas e de espetáculos		
67	Organizações associativas e outros serviços pessoais		
68	Serviços domésticos		

Fonte: Elaboração própria.

A.2. Resultados setoriais

	Impacto		VBP (em R\$ milhões)		PIB (em R\$ milhões)		Emprego (postos de trabalho)		
	Setores econômicos		Efeito Inter-setorial		Efeito Inter-setorial		Efeito Inter-setorial		
	Direto	Indireto	Total	Direto	Indireto	Total	Direto	Indireto	Total
Agropecuária	R\$ 0,0	-R\$ 1,1	-R\$ 1,2	R\$ 0,0	-R\$ 0,8	-R\$ 0,8	-3,16	-84,89	-88,05
Outras da Indústria Extrativa	-R\$ 0,1	-R\$ 0,4	-R\$ 0,5	R\$ 0,0	-R\$ 0,2	-R\$ 0,2	-3,92	-18,37	-22,30
Alimentos, bebidas e fumo	-R\$ 0,2	-R\$ 1,4	-R\$ 1,6	-R\$ 0,1	-R\$ 0,4	-R\$ 0,4	-1,61	-10,50	-12,12
Têxteis, vestuário e calçados	-R\$ 0,2	-R\$ 1,2	-R\$ 1,4	-R\$ 0,1	-R\$ 0,5	-R\$ 0,6	-6,86	-36,57	-43,43
Madeira, celulose, papel e Imprensa	R\$ 0,0	-R\$ 0,4	-R\$ 0,5	R\$ 0,0	-R\$ 0,2	-R\$ 0,2	-0,25	-5,48	-5,73
Refino de petróleo e coquerias	R\$ 0,0	R\$ 0,0	R\$ 0,0	R\$ 0,0	R\$ 0,0	R\$ 0,0	0,00	0,00	0,00
Fabricação de biocombustíveis	-R\$ 0,2	-R\$ 0,8	-R\$ 1,0	R\$ 0,0	-R\$ 0,2	-R\$ 0,2	-1,19	-4,73	-5,92
Químicos, limpeza e farmacêuticos	-R\$ 3,7	-R\$ 16,5	-R\$ 20,2	-R\$ 0,4	-R\$ 1,7	-R\$ 2,0	-6,02	-27,04	-33,06
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	-R\$ 0,1	-R\$ 1,1	-R\$ 1,2	R\$ 0,0	-R\$ 0,4	-R\$ 0,4	-1,06	-10,26	-11,32
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	-R\$ 0,4	-R\$ 3,6	-R\$ 4,0	-R\$ 0,1	-R\$ 1,5	-R\$ 1,6	-3,80	-38,97	-42,77
Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura	R\$ 0,0	-R\$ 0,1	-R\$ 0,1	R\$ 0,0	R\$ 0,0	R\$ 0,0	-0,05	-0,18	-0,23
Metalurgia de metais não-ferrosos e a fundição de metais	R\$ 0,00	-R\$ 0,02	-R\$ 0,02	R\$ 0,00	-R\$ 0,01	-R\$ 0,01	-0,03	-0,28	-0,31
Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	-R\$ 0,8	-R\$ 3,4	-R\$ 4,2	-R\$ 0,4	-R\$ 1,6	-R\$ 2,0	-12,31	-52,70	-65,01
Máquinas e equipamentos de informática, elétrico e mecânicos	-R\$ 0,6	-R\$ 2,6	-R\$ 3,2	-R\$ 0,2	-R\$ 0,9	-R\$ 1,1	-4,37	-18,05	-22,42
Automóveis e outros equipamentos de transporte	R\$ 0,0	R\$ 0,0	R\$ 0,0	R\$ 0,0	R\$ 0,0	R\$ 0,0	-0,01	-0,16	-0,17
Fabricação de móveis e de produtos de indústrias diversas	R\$ 0,0	-R\$ 0,4	-R\$ 0,5	R\$ 0,0	-R\$ 0,2	-R\$ 0,3	-1,23	-10,87	-12,10
Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	-R\$ 0,5	-R\$ 2,1	-R\$ 2,5	-R\$ 0,2	-R\$ 1,0	-R\$ 1,2	-8,05	-36,88	-44,92
SIUP	-R\$ 0,8	-R\$ 9,6	-R\$ 10,4	-R\$ 0,5	-R\$ 5,7	-R\$ 6,2	-3,81	-50,99	-54,79
Construção	-R\$ 9,1	-R\$ 39,1	-R\$ 48,2	-R\$ 4,6	-R\$ 19,8	-R\$ 24,4	-187,51	-807,10	-994,61
Comércio	-R\$ 11,6	-R\$ 59,0	-R\$ 70,5	-R\$ 8,5	-R\$ 43,0	-R\$ 51,5	-356,76	-1809,22	-2165,97
Transporte, atividades auxiliares e correio	-R\$ 37,7	-R\$ 174,7	-R\$ 212,5	-R\$ 14,4	-R\$ 68,3	-R\$ 82,7	-279,08	-1336,62	-1615,71
Alojamento e Alimentação	-R\$ 1,1	-R\$ 5,6	-R\$ 6,8	-R\$ 0,6	-R\$ 2,9	-R\$ 3,5	-37,51	-187,07	-224,58
Informação e Comunicação	-R\$ 0,4	-R\$ 5,8	-R\$ 6,2	-R\$ 0,2	-R\$ 2,6	-R\$ 2,7	-2,30	-50,49	-52,79
Intermediação financeira, seguros e previdência complementar	-R\$ 4,4	-R\$ 21,0	-R\$ 25,5	-R\$ 2,7	-R\$ 12,7	-R\$ 15,4	-20,65	-98,47	-119,12
Atividades imobiliárias	-R\$ 0,6	-R\$ 6,9	-R\$ 7,4	-R\$ 0,5	-R\$ 6,4	-R\$ 6,9	-1,03	-12,71	-13,75
Serviços às Empresas	-R\$ 22,5	-R\$ 100,5	-R\$ 123,0	-R\$ 17,8	-R\$ 78,9	-R\$ 96,8	-368,26	-1712,84	-2081,10
Setor Público	-R\$ 1,3	-R\$ 6,6	-R\$ 7,9	-R\$ 1,0	-R\$ 5,0	-R\$ 6,1	-16,10	-80,10	-96,20
Serviços às Famílias	-R\$ 1,2	-R\$ 6,8	-R\$ 8,0	-R\$ 0,6	-R\$ 3,6	-R\$ 4,2	-55,54	-304,54	-360,08
Efeito Intra-setorial									
Extração de petróleo e gás	-R\$ 775,1	-R\$ 2,400,7	-R\$ 3.175,9	-R\$ 474,9	-R\$ 1.470,7	-R\$ 1.945,5	-1,201	-3,719	-4,920
Total	-R\$ 872,8	-R\$ 2.871,6	-R\$ 3.744,4	-R\$ 527,8	-R\$ 1.729,0	-R\$ 2.256,9	-2,583	-10,525	-13,108

Fonte: Elaboração própria.