

Impactos Econômicos e Ambientais dos Novos Projetos Petrolíferos no Espírito Santo: Uma Abordagem Matriz Insumo-Produto¹

Isabela Passoni Bucher²

Bruno Novais Matias dos Santos³

Celso Bissoli Sessa⁴

Resumo

O objetivo deste artigo consiste em mensurar os impactos econômicos e ambientais decorrentes dos novos projetos no setor de petróleo e gás natural, previstos para iniciarem no estado do Espírito Santo a partir de 2024. A abordagem adotada baseia-se na utilização da Matriz de Insumo-Produto de Leontief, que foi adaptada para considerar os dados relacionados às emissões de gases de efeito estufa (GEE). Inicialmente, é apresentado um panorama da economia capixaba, proporcionando contexto e caracterizando a influência historicamente exercida pelo setor no estado, destacando o papel crucial que o petróleo e o gás natural possuem na economia ao longo das décadas. As análises de impacto econômico e ambiental resultantes das simulações demonstram que o aumento da demanda no setor de extração de petróleo e gás acarreta efeitos positivos na economia, traduzindo-se em crescimento da produção, geração de empregos e em incremento da arrecadação, por exemplo. No entanto, também se constata uma correlação entre esse aumento de demanda e o aumento das emissões de GEE, em que alguns segmentos tendem a ser mais afetados do que outros. Nesse contexto, torna-se imprescindível uma investigação acerca da consonância dos investimentos com os objetivos de descarbonização estabelecidos pelo estado do Espírito Santo. Isso ressalta o compromisso regional com as campanhas promovidas pela ONU, que visam enfrentar os desafios climáticos globais e fomentar a sustentabilidade ambiental.

Palavras-chave: Economia Capixaba, Setor Petrolífero, Matriz Insumo-Produto, Gases de Efeito Estufa.

Área de submissão: Localização e Concentração das Atividades Econômicas.

Código JEL: R11, Q53, C67.

Abstract

The aim of this article is to measure the economic and environmental impacts resulting from new projects in the oil and natural gas sector, expected to start in the state of Espírito Santo from 2024 onwards. The approach adopted is based on the use of the Leontief Input-Output Matrix, which has been adapted to consider data related to greenhouse gas (GHG) emissions. Initially, an overview of the economy of Espírito Santo is presented, providing context and characterizing the historically exerted influence of the sector in the state, highlighting the crucial role that oil and natural gas have played in the economy over the decades. The economic and environmental impact analyses resulting from the simulations demonstrate that increased demand in the oil and gas extraction sector has positive effects on the economy, translating into production growth, job creation, and increased revenue, for example. However, there is also a correlation between this increase in demand and the rise in GHG emissions, with some segments being more affected than others. In this context, it becomes essential to investigate the alignment of investments with the decarbonization objectives established by the state of Espírito Santo. This highlights the regional commitment to the campaigns promoted by the UN, which aim to address global climate challenges and promote environmental sustainability.

Key words: Economy of Espírito Santo, Oil Sector, Input-Output Matrix, Greenhouse Gases.

Submission area: Location and Concentration of Economic Activities.

JEL Code: R11, Q53, C67.

¹ Agradecemos o auxílio financeiro da Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). As opiniões expressas são de responsabilidade dos autores.

² Mestranda em Economia do PPGECO/UFES. E-mail: isabela.bucher@edu.ufes.br

³ Mestrando em Economia do PPGECO/UFES. E-mail: bruno.n.santos@edu.ufes.br

⁴ Professor do Programa de Pós-Graduação em Economia da UFES. E-mail: celso.sessa@ufes.br

1. Introdução

O setor de petróleo e gás (P&G) tem desempenhado um papel crucial na economia brasileira e o estado do Espírito Santo emergiu como uma das regiões mais influenciadas pela extração e produção dessa *commodity*. Desde o início das primeiras pesquisas, em 1957, o Espírito Santo se consolidou como uma importante região produtora de petróleo e gás no Brasil, contribuindo significativamente para o desenvolvimento econômico local.

Com o passar das décadas, a indústria petrolífera capixaba experimentou um notável crescimento, atraindo investimentos nacionais e estrangeiros, o que contribuiu para a elevação do Produto Interno Bruto (PIB) do estado. Essa ascensão também resultou na geração de empregos diretos e indiretos, impulsionando o mercado de trabalho e melhorando a qualidade de vida da população.

No entanto, a dependência excessiva do setor petrolífero, como fonte de receita econômica, também trouxe desafios, tornando a economia capixaba vulnerável a flutuações globais devido à volatilidade dos preços do petróleo no mercado internacional. Exemplo disso é a perda que o estado tem sofrido com a queda da atividade do setor a partir de 2014.

Com o intuito de mudar esse cenário e aumentar a receita do Espírito Santo, dois grandes projetos no setor de petróleo estão previstos para entrar em funcionamento na região a partir de 2024. O primeiro projeto envolve uma nova plataforma da Petrobras no Parque das Baleias, denominada de Maria Quitéria, enquanto o segundo é referente ao início da extração no campo de Wahoo pela PetroRio. Ambos os projetos representam uma parcela significativa da produção de petróleo e gás do estado, podendo elevar a produção, e inclusive dobrá-la, até 2027.

Em vista da expansão desse setor, surge uma preocupação crescente em relação aos impactos ambientais decorrentes das emissões de gases de efeito estufa (GEE). O aquecimento global, causado principalmente pela ação humana e pelo aumento das concentrações desses gases na atmosfera, tem trazido consequências cada vez mais evidentes para o clima e para o meio ambiente. Diante disso, torna-se imprescindível analisar os impactos econômicos e ambientais das emissões de GEE provenientes do setor de extração de petróleo e gás no estado do Espírito Santo.

Para conduzir essa análise, utilizou-se a metodologia baseada no modelo de insumo-produto desenvolvido pelo economista Wassily Leontief, que foi adaptado pelos autores para incorporar dados de emissões de gases de efeito estufa (GEE) na matriz. O objetivo principal desta pesquisa é investigar como o aumento da demanda final do setor de extração de petróleo e gás, principalmente a partir da implementação dos projetos mencionados, impactará economicamente e ambientalmente, pela ótica das emissões de gases de efeito estufa (GEE), o estado.

Deste modo, o presente artigo busca fornecer uma análise abrangente dos impactos das emissões de GEE no setor de petróleo do Espírito Santo, destacando as implicações econômicas e ambientais decorrentes desse aumento na produção. A partir dessa análise, espera-se evidenciar se os novos investimentos no setor petrolífero estão de acordo com o plano de descarbonização do estado, visando à redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE). O compromisso com as campanhas da ONU reforça o papel do Espírito Santo em enfrentar os desafios climáticos globais, buscando uma transição para uma economia de baixo carbono e promovendo a sustentabilidade ambiental.

A incorporação de dados de emissões de GEE na matriz insumo-produto já foi realizada por outros autores (MONTROYA, LOPES e GUILHOTO, 2014; SILVA e PIRES, 2020), e com análises para o setor de petróleo e gás, como em Hilgemberg e Guilhoto (2006). Contudo, cabe destacar que o presente artigo é o primeiro a agregar informações setoriais de emissões de GEE ao modelo de insumo-produto para o Espírito Santo, proporcionando novas análises.

2. Setor de Petróleo e o Estado do Espírito Santo

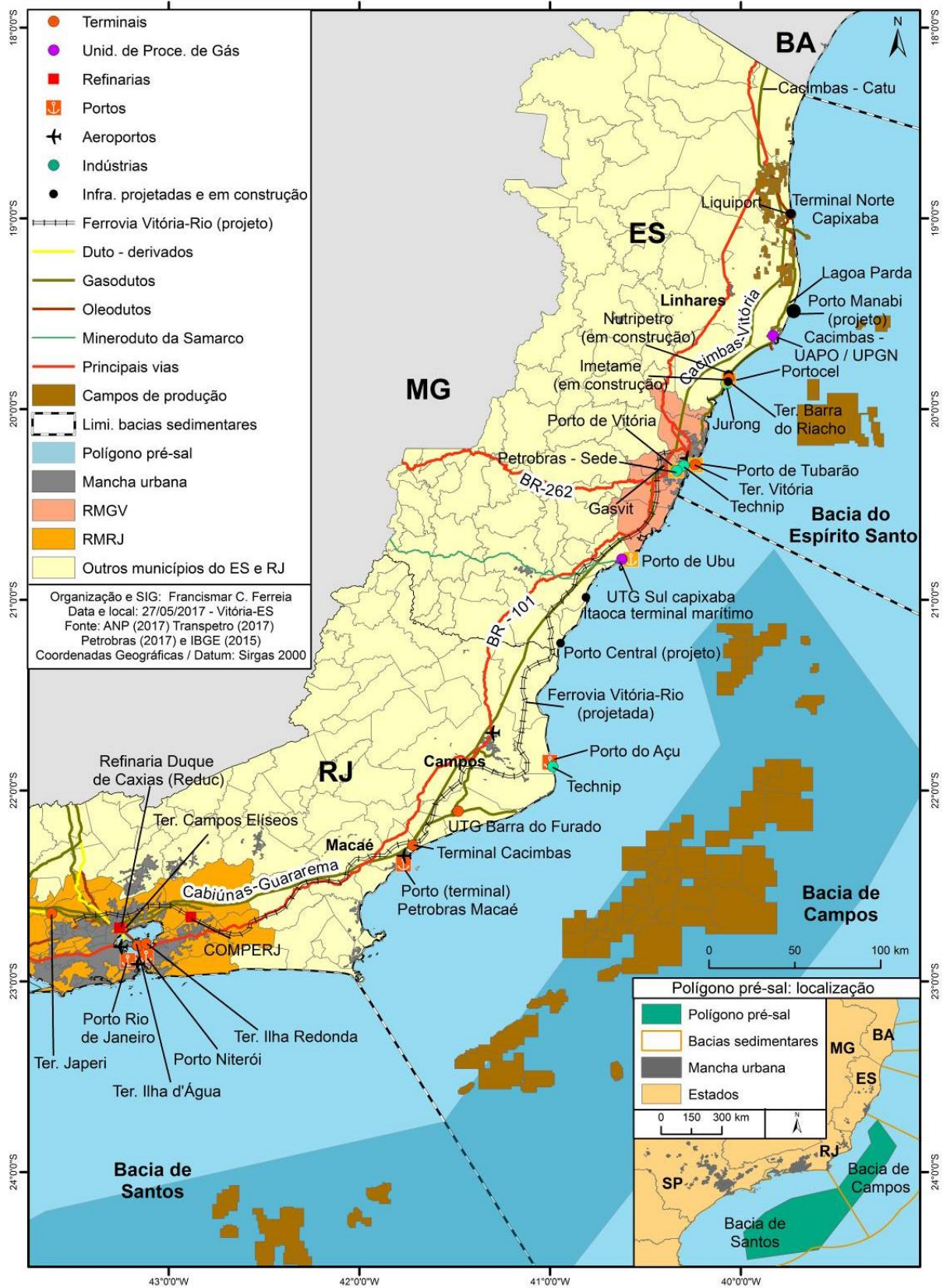
O petróleo tem desempenhado um papel fundamental na economia brasileira e o Espírito Santo tornou-se um dos estados mais influenciados pela extração e produção dessa *commodity*. A exploração de petróleo no estado começou em 1957 com as primeiras pesquisas na região. Entretanto, foi na década de 1970 que ocorreu a principal descoberta comercialmente viável, impulsionando significativamente o desenvolvimento da indústria petrolífera local e destacando o Espírito Santo como uma das principais regiões produtoras de petróleo e gás no Brasil.

Em 1973, iniciou-se a produção comercial na plataforma localizada em São Mateus, um município litorâneo no norte do estado. Essa descoberta marcou o começo da exploração de petróleo em águas capixabas. As atividades de extração não só fortaleceram a economia estadual, mas também geraram empregos e promoveram o desenvolvimento de infraestruturas, estabelecendo o Espírito Santo como um polo estratégico na indústria petrolífera brasileira (IJSN, 2020).

Em 1988, ocorreu uma importante descoberta na foz do Rio Doce, que marcou um avanço significativo na indústria de gás natural na região. Essa descoberta foi a identificação de gás não associado ao petróleo, ou seja, gás natural encontrado independentemente de reservas de petróleo. Tal achado impulsionou os investimentos e o desenvolvimento de infraestrutura para a extração, produção e transporte do gás natural na região. Dessa forma, foram implementados projetos para a construção de plataformas de produção e gasodutos na foz do Rio Doce, onde, posteriormente, deram início à produção dos campos de Peróa e Cangoá, em 1988 (IJSN, 2020).

Dentre os principais campos de petróleo e gás no Espírito Santo, destacam-se o campo de Fazenda Alegre, descoberto em 1996 e localizado no mar capixaba, com um dos maiores volumes de reservas registrados no estado. Além dele, descobriu-se também o campo de Cachalote, em 2002, e, em seguida, o campo de Caxaréu, em 2006, onde foi identificado o petróleo leve pré-sal (Figura 1). Nesse mesmo ano, encontrou-se o campo do Parque das Baleias, incluindo Baleia Franca, Baleia Anã, Baleia Azul e Jubarte. Estes, por sua vez, começaram a produzir óleo leve em 2006, contribuindo para um significativo aumento da produção no estado. Outras plataformas e campos foram descobertos e entraram em produção ao longo dos anos, consolidando o Espírito Santo como uma das importantes regiões produtoras de petróleo e gás no Brasil (IJSN, 2010).

Figura 1 – Elementos da Cadeia do Petróleo entre Espírito Santo e Rio de Janeiro

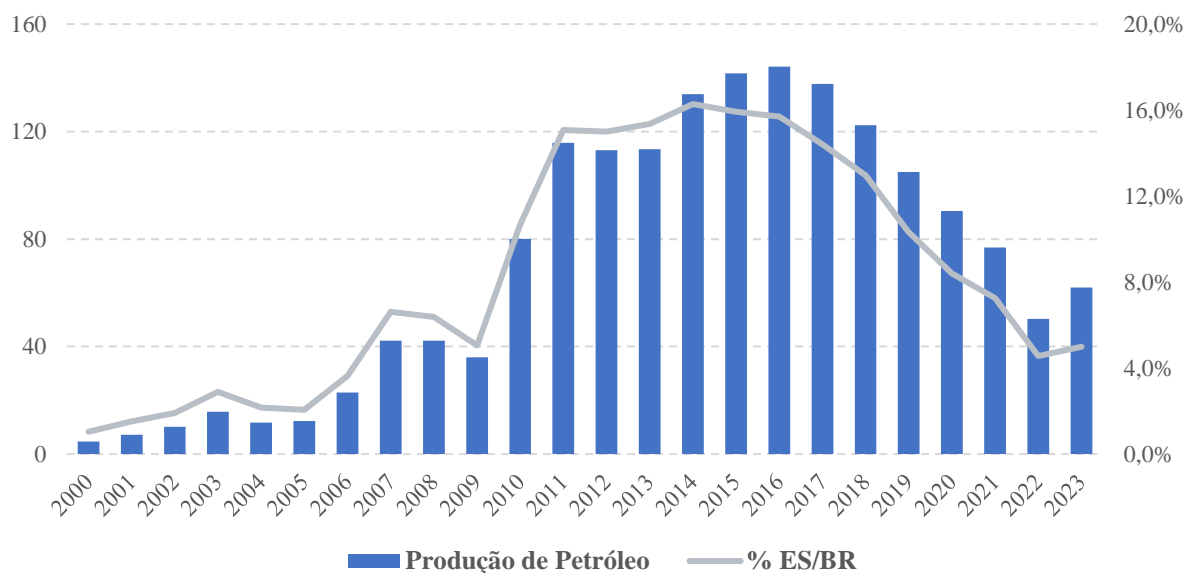


Fonte: ZANOTELLI *et al.* (2019)⁵.

⁵ A proximidade geográfica da zona costeira do Espírito Santo e do estado do Rio de Janeiro, aliada ao desenvolvimento da indústria de petróleo e gás, tem gerado uma interação significativa através de fluxos

Ao longo das décadas seguintes, a indústria petrolífera no estado passou por um crescimento significativo, atraindo investimentos nacionais e estrangeiros. Isso resultou em aumento substancial na produção de petróleo e gás natural, contribuindo de forma expressiva para o PIB do Espírito Santo.

Gráfico 1 – Produção Anual de Petróleo no Espírito Santo (milhões de barris) e Participação na Produção Total do Brasil (%)



Fonte: ANP. Elaboração própria.

Os relacionamentos econômicos decorrentes do setor de petróleo são diversos. Em primeiro lugar, essa indústria gerou empregos diretos e indiretos no estado, impulsionando o crescimento do mercado de trabalho e melhorando a qualidade de vida da população local. Além disso, a arrecadação de impostos provenientes dessa indústria fortaleceu a capacidade financeira do governo estadual, permitindo maiores investimentos em infraestrutura e serviços públicos (DOTA, 2019).

Por outro lado, a dependência excessiva do petróleo como fonte de receita econômica também pode trazer desafios ao estado do Espírito Santo. A volatilidade dos preços do petróleo no mercado internacional afeta a estabilidade econômica da região, tornando-a vulnerável a flutuações globais.

Em suma, a história do setor de petróleo no Espírito Santo é marcada por um crescimento notável e por impactos econômicos significativos. Com a exploração intensificada no final dos anos 2000 decorrente, em grande parte, da descoberta das reservas na camada do pré-sal, o Espírito Santo passou de coadjuvante para protagonista nacional do segmento.

O forte crescimento da exploração de petróleo proporcionou um aumento expressivo das receitas para o estado e para os municípios capixabas. Ademais, o avanço do setor desdobrou na instalação de toda uma infraestrutura para atender as petroleiras. De acordo o anuário do petróleo, elaborado pelo Observatório da Indústria da Federação das Indústrias do Espírito Santo (FINDES), em 2021, o encadeamento produtivo do setor de petróleo e gás era composto por 527 empresas e 11.969 trabalhadores. Em termos qualitativos, o setor possui uma

migratórios e mobilidade pendular. A exploração petrolífera nas Bacias de Campos e Espírito Santo tem impulsionado a movimentação de trabalhadores entre essas regiões, resultando em impactos sociais, econômicos e urbanos. Essa interdependência econômica entre os setores petrolíferos influencia a formulação de políticas públicas para o desenvolvimento regional e a gestão dos recursos naturais, destacando a complexidade das relações entre essas áreas costeiras.

elevada remuneração média, de R\$ 6.976,60, bem acima da média do Espírito Santo, que é de R\$ 3.005,18. Quanto ao setor externo, o total exportado pelo setor representou 11,4% da pauta exportadora capixaba em 2022 (OBSERVATÓRIO DA INDÚSTRIA, 2023).

O mesmo documento, no entanto, também mostra uma recente queda na produção de petróleo e gás, mais precisamente a partir de 2014, devido a um declínio natural da produção, levando a produção próxima dos níveis antecedentes à exploração da camada do pré-sal.

Da mesma forma que o avanço do setor trouxe inúmeros benefícios para a economia capixaba, a contração da atividade tem provocado importantes perdas, sobretudo em receitas governamentais. Essa tendência de queda da atividade do setor no estado, contudo, deve ser revertida nos próximos anos.

O crescimento na produção será verificado mais especificamente na passagem de 2024 para 2025 devido a dois grandes projetos no setor que devem entrar em funcionamento: uma nova plataforma da Petrobras no Parque das Baleias e o início da extração no campo de Wahoo pela PetroRio, que vão responder por 90% da produção de petróleo e gás no Espírito Santo.

O projeto da Petrobras possui como pretensão aumentar o fator de recuperação de óleo e gás através da otimização da atual malha de drenagem, com a interligação de uma nova FPSO. A pretensão é que a nova plataforma esteja operando no último trimestre de 2024. Já a PRio pretende perfurar 4 poços produtores e 2 injetores, com 1º óleo previsto para o 1º semestre de 2024. Esses projetos são responsáveis pela curva de reversão das quedas projetadas para a produção de petróleo e gás natural no Espírito Santo (OBSERVATÓRIO DA INDÚSTRIA, 2023, p. 40).

Esses novos investimentos devem dar um novo fôlego à atividade petrolífera no Espírito Santo, uma vez que os dois projetos devem elevar em 80% a produção de petróleo e dobrar a produção de gás natural no estado em 2027, considerando os patamares de 2022. Com o aquecimento do setor, o que se espera é uma recuperação da arrecadação proveniente dessa atividade, bem como da economia capixaba como um todo, com desdobramentos na renda das famílias e na balança comercial, por exemplo.

A expansão de uma atividade produtiva, no entanto, traz também efeitos negativos, sobretudo em relação a questões ambientais. Essa preocupação cresce à medida que os efeitos das mudanças climáticas se intensificam, uma vez que o aumento das emissões de gases de efeito estufa (GEE) provenientes do setor de petróleo contribui para o agravamento do aquecimento global e das mudanças climáticas.

De acordo com o Observatório da Indústria (2024), a cadeia do setor de petróleo no Espírito Santo está segmentada em cinco elos:

- 1) exploração e produção (E&P), também conhecida como *upstream*;
- 2) derivados, que são as atividades relacionadas ao processamento do petróleo e do gás natural;
- 3) abastecimento, que consiste na transformação e comercialização dos produtos de petróleo e gás;
- 4) petroquímica, que é um ramo da indústria química que usa o petróleo e gás natural como insumo; e
- 5) cadeia fornecedora, na qual estão inseridas as atividades industriais que fornecem produtos e serviços específicos para as atividades de exploração e produção.

A emissão de GEE ocorre em todas as etapas da cadeia do setor de petróleo e gás (IPIECA, 2016), que juntas são responsáveis por cerca de 15% das emissões globais relacionadas à energia (IEA, 2023). Esse quadro reforça o olhar do setor à adoção de práticas que visam mitigar as emissões de GEE em suas operações, em consonância com a agenda de transição para um futuro de emissões líquidas zero.

3. Gases de Efeito Estufa

O aquecimento da atmosfera terrestre é um fenômeno climático natural que se refere ao aumento da temperatura média da Terra ao longo do tempo. Esse acontecimento é um processo do próprio planeta para preservar a vida contida nele (MOLION, 2007). Entretanto, através de atividades humanas que liberam gases na atmosfera, esse aquecimento pode ser intensificado causando o chamado efeito estufa (IPCC, 2023).

Quando a radiação solar atinge a superfície terrestre, parte dela é absorvida e convertida em calor. Esse calor é, então, irradiado de volta para a atmosfera em forma de radiação infravermelha. Uma parte dessa radiação é absorvida por certos gases presentes na atmosfera, conhecidos como gases de efeito estufa, que retêm o calor próximo à superfície do planeta e impedem que ele seja completamente dissipado no espaço, como aconteceria em uma Terra sem atmosfera (MOLION, 2007).

Conforme o Protocolo de Quioto, os principais gases de efeito estufa (GEE) são: dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), hidrofluorcarbonetos (HFCs), perfluorcarbonetos (PFCs) e hexafluoreto de enxofre (SF_6) (LACASTA, BARATA, 1999). Existem, ainda, gases que não são classificados como gases de efeito estufa, mas que contribuem indiretamente para a poluição atmosférica, como o óxido de nitrogênio (NO_x), monóxido de carbono (CO) e os Compostos Orgânicos Voláteis Não Metano (C_2F_6 , CF_4 e $NMVOC$) (OLIVEIRA, 2011).

Desde a Revolução Industrial, as atividades humanas têm contribuído para um aumento significativo na concentração de gases de efeito estufa na atmosfera. Em particular, as concentrações de dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) e óxido nitroso (N_2O) têm apresentado um aumento significativo. Até o ano de 2020, as concentrações desses três gases revelaram incrementos expressivos, atingindo respectivamente cerca de 149%, 262% e 123% dos níveis pré-industriais, antes de 1750 (WMO, 2021). Esse crescimento acelerado da concentração de tais gases é motivo de preocupação para o fenômeno do aquecimento global e suas consequências para o clima e o meio ambiente.

Segundo o IPCC (2023), as atividades humanas, principalmente através da emissão de gases de efeito estufa, têm inequivocamente causado o aquecimento global. A temperatura da superfície global foi $1,09^\circ C$ [0,95 a 1,20] maior em 2011–2020 do que em 1850–1900. A temperatura da superfície global nas duas primeiras décadas do século XXI (2001–2020) foi $0,99^\circ C$ [0,84 a 1,10] superior a 1850–1900. Isso evidencia que a temperatura da superfície global aumentou de forma mais rápida desde 1970 em comparação a qualquer outro período de 50 anos, nos últimos 2000 anos.

As projeções de cenários climáticos futuros indicam que a temperatura da superfície global continuará a aumentar até meados do século. Dessa forma, prevê-se que o aquecimento global de $1,5^\circ C$ e $2^\circ C$ será ultrapassado ao longo do século XXI, a menos que ocorram reduções significativas nas emissões de gases de efeito estufa nas próximas décadas (REIS JUNIOR, 2022).

Com essa preocupação, o Estado do Espírito Santo estabeleceu o Fórum Estadual de Mudanças Climáticas. Esse fórum é presidido pelo governador do Estado e composto por representantes das Secretarias de Estado, órgãos e autarquias, além de membros da sociedade civil organizada e do setor produtivo como: a Federação das Indústrias do Espírito Santo (FINDES); a Federação da Agricultura e Pecuária do Estado (FAES); a Federação das Empresas de Transportes do Estado do Espírito Santo (FETRANSPORTES); a Coordenação Estadual de Proteção e Defesa Civil; a Procuradoria Geral do Estado (PGE); a Assembleia Legislativa do Estado do Espírito Santo (ALES); a academia; a Associação Nacional de Órgãos Municipais de Meio Ambiente (ANAMA); a Associação dos Municípios do Espírito Santo (AMUNES); e o Conselho Estadual de Meio Ambiente (CONSEMA). Este fórum tem como objetivo estabelecer

projetos e estratégias a serem adotadas pelo Estado do Espírito Santo para lidar com as causas e efeitos das mudanças climáticas (REIS JUNIOR, 2022).

Dessa forma, o Estado do Espírito Santo, através do plano de descarbonização, aderiu às campanhas “*Race to Zero*” (corrida para o zero) e “*Race to Resilience*” (corrida para a resiliência), da Organização das Nações Unidas (ONU), comprometendo-se com a realização de ações visando reduzir em 50% as emissões de gases de efeito estufa (GEE) até 2030 e neutralizar até 2050 (REIS JUNIOR, 2022).

4. Metodologia

4.1 Matriz Insumo-Produto

A matriz de insumo-produto, desenvolvida pelo economista Wassily Leontief, é uma ferramenta analítica fundamental utilizada para estudar as interações econômicas entre os setores produtivos de uma economia. Essa matriz fornece uma representação sistemática das relações insumo-produto existentes dentro de um país ou região através de sistemas de equações lineares, permitindo uma compreensão abrangente das interdependências entre os diferentes setores e sua contribuição para a produção total. Por ser um modelo suscetível de se vincular com a outros instrumentos de avaliação econômica, o modelo desenvolvido por Leontief é bastante utilizado como fundamentação metodológica de diversos estudos econômicos (MILLER; BLAIR, 2009).

A matriz é organizada de forma tabular, onde as linhas representam os setores produtivos (oferta) e as colunas representam os setores que demandam insumos (demanda), e os elementos da matriz representam as quantidades de insumos necessárias para produzir uma unidade adicional de cada produto, conforme a Figura 2 (SESSA, 2019).

Figura 2 – Tabela de Transações de Insumo-Produto

DEMANDA OFERTA	Demanda Intermediária				Demanda Final	Valor da Produção (produção total)
	Sector 1	Sector 2	...	Sector n		
Sector 1	z_{11}	z_{12}	...	z_{1n}	f_1	x_1
Sector 2	z_{21}	z_{22}	...	z_{2n}	f_2	x_2
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Sector n	z_{n1}	z_{n2}	...	z_{nn}	f_n	x_n
Valor Adicionado	v_1	v_2	...	v_n		
Valor da Produção (total de insumos)	x_1	x_2	...	x_n		

Fonte: Sessa (2019).

Para compreender a tabela de transações é preciso entender que a principal matriz do modelo (Z) reflete as interdependências entre os setores da economia. Ela é uma matriz quadrada de ordem $n \times n$, em que n é o número de setores considerados na análise. A matriz é composta por elementos z_{ij} , que representam os valores monetários de insumos do setor i necessários para a produção do setor j . Cada coluna da matriz representa o consumo intermediário (insumos) de cada setor (SESSA, 2019).

À direita da matriz, têm-se o vetor de demanda final, que corresponde a um vetor $n \times 1$ e representa a demanda final de cada setor da economia, composto por elementos f_i . Essa demanda final inclui a exportação ao exterior, a exportação regional, o consumo do governo, o

consumo das instituições sem fins lucrativos a serviço das famílias, o consumo das famílias, a formação bruta de capital fixo e a variação de estoque (SESSA, 2019).

Além disso, nota-se que existe um vetor de produção, tanto nas linhas quanto nas colunas. O valor da produção também se configura em um vetor $n \times 1$ que representa a produção total de cada setor da economia. Ele é composto por elementos x_i que representam a produção total do setor i , incluindo tanto o consumo intermediário quanto o valor adicionado bruto (SESSA, 2019).

E, por último, o vetor de valor adicionado é um vetor $1 \times n$ que representa o valor adicionado bruto de cada setor da economia. Ele é composto por elementos v_i , que representam o valor adicionado bruto do setor i . O valor adicionado bruto é a diferença entre o valor da produção total e o valor dos insumos utilizados na produção (SESSA, 2019).

As transações ocorrem na mesma unidade monetária, possibilitando o cálculo do coeficiente técnico, que indica a participação do consumo intermediário em um setor específico, dividindo-o pelo valor da produção (SESSA, 2019). Assim, têm-se a seguinte equação:

$$a_{ij} = \frac{z_{ij}}{x_j} \quad (1)$$

onde: a_{ij} representa o coeficiente técnico; z_{ij} representa o consumo intermediário; x_j representa o valor da produção do setor. Para um determinado setor, o valor de produção (x_j) é calculado da seguinte forma:

$$x_n = a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \dots + a_{nn}x_n + f_n \quad (2)$$

Na forma matricial e após as devidas manipulações, o sistema de equações para todos os setores pode ser representado como:

$$(I - A)x = f \quad (3)$$

onde x representa o vetor de variáveis e f o vetor de demanda final. A matriz de Leontief é representada pela matriz $(I - A)$. Invertendo a matriz de Leontief, têm-se:

$$x = (I - A)^{-1}f \quad (4)$$

Através dessa notação, obtém-se a solução única do sistema, na qual é evidenciada a relação entre a variação da demanda final devido a uma variação na produção:

$$\Delta x = (I - A)^{-1} \times \Delta f \quad (5)$$

Uma das principais aplicações do modelo de insumo-produto, e a que será utilizada nesse trabalho, é a análise de multiplicadores econômicos. Os multiplicadores medem o impacto de choques ou mudanças na demanda final de um setor sobre o restante da economia. Isso permite avaliar os efeitos em cascata de um aumento ou redução na demanda de um determinado setor sobre a produção, emprego e renda de outros setores e da economia como um todo (SESSA, 2019).

Os dois multiplicadores principais são: (1) multiplicador direto, que mede o impacto de um aumento unitário da demanda final de uma determinada atividade sobre uma variável de renda, considerando apenas as atividades que fornecem insumos diretamente a esta atividade; (2) multiplicador total (direto mais indireto), que mede o impacto de um aumento unitário da demanda final de uma determinada atividade sobre uma variável de renda, considerando todas as atividades que fornecem insumos, direta e indiretamente a essa atividade. O multiplicador

mede a diferença da produção final de um choque exógeno. O multiplicador do i -ésimo setor seria dado então por:

$$MV_i = \frac{GV_i}{v_i} \quad (6)$$

onde MV_i representa o multiplicador da variável em questão e as outras variáveis são definidas conforme feito anteriormente.

Seguindo o modelo básico de Leontief, consegue-se determinar quais seriam os setores com o maior poder de encadeamento dentro da economia, ou seja, pode-se calcular tanto os índices de ligações para trás, que forneceriam a intensidade da demanda de tal setor em relação aos demais, quanto os de ligações para frente, que dariam intensidade da oferta de tal setor para outros setores da economia. Esses indicadores foram desenvolvidos procurando-se sintetizar a informação contida nas matrizes de multiplicadores.

Deste modo, definindo-se b_{ij} como sendo um elemento da matriz inversa de Leontief B , B^* como sendo a média de todos os elementos de B ; e B_j^* , B_i^* como sendo respectivamente a soma de uma coluna e de uma linha típica de B , tem-se, então, que os índices seriam os seguintes:

<p>Índices de ligações para trás (poder da dispersão):</p> $U_j = \frac{B_{*j}/n}{B^*}$	<p>Índices de ligações para frente (sensibilidade da dispersão):</p> $U_i = \frac{B_{i*}/n}{B^*}$	(7)
---	---	-----

Devido à natureza da matriz, que é capaz de incorporar informações detalhadas sobre as interações econômicas entre os setores produtivos, é possível inserir dados de componentes ambientais para enriquecer a análise. Dessa forma, elaborou-se uma matriz adaptada com dados de emissões de gases de efeito estufa (GEE) para o estado do Espírito Santo.

Para incorporar os dados de emissões de gases de efeito estufa à matriz insumo-produto, realizou-se um processo de ajuste dos coeficientes técnicos originais. Essa incorporação permitiu refletir as emissões de GEE associadas a cada unidade monetária de produção em cada setor. O objetivo é obter uma matriz de emissões de gases de efeito estufa que mostrasse a intensidade das emissões em toda a economia do estado.

A inclusão desses dados de emissões de GEE permite uma análise mais abrangente e holística dos impactos ambientais das atividades econômicas. Isso possibilita a identificação dos setores que são grandes emissores e sua contribuição específica para as emissões totais do estado. Além disso, com essas informações incorporadas, é possível analisar os efeitos de políticas ambientais e mudanças na demanda final sobre as emissões de GEE e sobre os setores produtivos como um todo.

Essa abordagem torna a matriz de insumo-produto uma ferramenta valiosa para a avaliação e o planejamento de políticas públicas que visem a mitigação das emissões de gases de efeito estufa e a promoção do desenvolvimento sustentável. Incorporar dados de emissões de GEE na matriz de insumo-produto permite uma conexão direta entre a economia e o meio ambiente, facilitando a análise dos impactos ambientais das atividades econômicas e a busca por soluções mais efetivas para os desafios da sustentabilidade.

4.2 Base de Dados

Para o presente estudo, utilizou-se a matriz de insumo-produto do Espírito Santo de 2015, construída pela equipe de Coordenação de Estudos Econômicos (CEE) do Instituto Jones

dos Santos Neves (IJSN) e tratada pelo Centro de Estudos Computacionais em Equilíbrio Geral (CECEG) da UFES. A matriz está dividida em 35 setores.

Já os dados referentes às emissões de gases de efeito estufa foram obtidos através da fonte especializada do Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SEEG) e incorporados pelos autores na matriz insumo-produto do estado. Dessa forma, é possível verificar as quantidades de gases de efeito estufa emitidos por cada setor econômico, abrangendo tanto as emissões diretas quanto as emissões indiretas associadas à cadeia produtiva. Os dados provenientes do SEEG utilizam a equivalência em carbono GWP (Potencial de Aquecimento Global), que é o padrão utilizado na maioria das publicações e no Inventário Nacional de Emissões de GEE do Brasil.

O GWP é uma métrica usada para comparar o impacto climático de diferentes gases de efeito estufa. É um número que indica quantas vezes um determinado gás é capaz de aquecer a atmosfera em relação ao dióxido de carbono (CO_2), além de considerar a influência dos gases na alteração do balanço energético da Terra. Quanto maior o valor de GWP, maior é o potencial de aquecimento global do gás em questão (RIDOUTT, 2021). Com a finalidade de padronizar a análise, as emissões foram expressas em tCO_2e (toneladas de dióxido de carbono equivalente) utilizando os valores de GWP fornecidos pelo Sexto Relatório de Avaliação (AR6) do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC).

Foram consideradas projeções baseadas em análises econômicas e tendências da indústria de petróleo e gás para as estimativas de produção no período de 2024 a 2027. Estas análises preditivas e as informações de produção passada tanto de petróleo quanto de gás foram disponibilizadas pelo Observatório da Indústria da FINDES.

Para estimar o valor do gás natural, não foram encontradas projeções de preço específicas para o período de 2024 a 2027 na literatura. Portanto, optou-se por utilizar a média do preço de cotação do gás natural nos anos de 2020 a 2022, juntamente com a média do câmbio do dólar nesse mesmo período. A conversão do preço do gás natural para o período em análise (2024-2027) foi realizada utilizando o índice de preços do Henry Hub, uma referência americana que reflete as flutuações do preço do gás no mercado internacional. Esse índice foi aplicado às projeções de produção de gás para estimar os valores futuros do gás natural.

Como utilizou-se o Henry Hub para cotar o valor do petróleo, foi utilizado o WTI (*West Texas Intermediate*), também uma referência americana e uma das principais referências globais para o preço do petróleo bruto. Esse indicador foi empregado para estimar os valores futuros do petróleo com base nas projeções de produção elaboradas pela LCA Consultores, assim como as estimações do dólar para o período de análise.

Com os valores estimados de produção e os preços de gás e petróleo para o período de análise, calculou-se o impacto na matriz. Esse impacto representa a alteração nas relações insumo-produto devido às mudanças na produção e nos preços dos setores de gás e petróleo. Isso pois, com as novas plataformas, prevê-se um aumento na demanda final no setor de petróleo e gás a partir do ano de 2025. Dessa forma, utilizou-se os valores de produção de 2024, antes da mudança de produção, até 2027, pois é o último ano que se tem previsão de produção.

Para ajustar o choque na matriz aos valores constantes, ou seja, para remover o efeito da inflação, uma vez que se utilizou a matriz com valores de 2015, foi utilizada a taxa acumulada do Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) no período de 2016 a 2022. Essa deflação permitiu comparar os valores ao longo do tempo de forma mais precisa e adequada, resultado em um choque equivalente de 10,631 bilhões de reais sobre a demanda do setor de petróleo.

5. Resultados

Os índices de ligação permitem observar como o setor de petróleo e gás está inserido na economia capixaba, auxiliando na caracterização do setor e, por consequência, numa análise mais qualificada dos resultados. O índice de ligação para trás do setor de extração de petróleo no estado do Espírito Santo, com um valor de 1,087, sugere um desempenho acima da média estadual como demandante de produtos e serviços para seu funcionamento, mais especificamente na atividade de exploração e produção (E&P). O índice de ligação para frente, com um valor de 0,763, indica que o setor possui intensidade inferior à média estadual como fornecedor para as demandas dos setores da economia local. Este último resultado é explicado pelos demais segmentos da cadeia produtiva se localizarem, em sua maioria, fora do estado, como é o caso dos derivados, resultado do processamento do petróleo e gás, e do abastecimento, relacionado à transformação e comercialização dos produtos de petróleo e gás e da indústria petroquímica, que utiliza os produtos de petróleo e gás como insumos.

Tabela 1 – Índices de Ligação para Trás e para Frente dos Setores do Espírito Santo

Setor	LT	LF	Orientação
Agricultura	0,883	1,136	Orientado para frente
Pecuária	0,968	1,045	Orientado para frente
Produção Florestal, Pesca e Aquicultura	1,005	0,826	Orientado para trás
Extração de Carvão Mineral, entre outros	0,888	0,834	Sem orientação
Extração de Petróleo e Gás	1,087	0,763	Orientado para trás
Extração de minério de ferro	1,295	0,813	Orientado para trás
Alimentos e bebidas	1,246	1,200	Setor-chave
Fabricação de produtos têxteis	0,959	0,740	Sem orientação
Fabricação de produtos da madeira	0,981	0,813	Sem orientação
Fabricação de celulose, papel e outros	1,021	1,181	Setor-chave
Refino do petróleo	1,201	0,718	Orientado para trás
Fabricação de químicos, borracha e plástico	1,024	0,881	Orientado para trás
Fabricação de produtos de min. não-metálicos	1,098	1,010	Setor-chave
Metalurgia	1,283	0,966	Orientado para trás
Fabricação de máquinas e equipamentos	0,989	0,977	Sem orientação
Fabricação automóveis e peças	1,037	0,783	Orientado para trás
Eletricidade, gás, água, esgoto e limpeza	1,081	1,528	Setor-chave
Construção	1,096	1,066	Setor-chave
Comércio por atacado e a varejo	0,989	2,401	Orientado para frente
Transporte	0,963	1,672	Orientado para frente
Armazenamento, transportes e correio	1,054	0,987	Orientado para trás
Alojamento e alimentação	0,939	1,195	Orientado para frente
Serviço de informação	1,119	1,094	Setor-chave
Intermediação financeira, seguros e previdência	0,990	1,108	Orientado para frente
Atividades imobiliárias	0,760	0,915	Sem orientação
Atividades profissionais, científicas e técnicas	0,935	1,013	Orientado para frente
Atividades administrativas e serviços	0,875	1,372	Orientado para frente
Administração Pública	0,842	0,709	Sem orientação
Educação pública	0,855	0,709	Sem orientação
Educação privada	0,933	0,777	Sem orientação
Saúde pública	0,951	0,709	Sem orientação
Saúde privada	0,948	0,788	Sem orientação
Atividades artísticas, criativas e de espetáculos	0,867	0,777	Sem orientação
Organizações associativas e outros serviços	1,127	0,786	Orientado para trás
Serviços Domésticos	0,709	0,709	Sem orientação

Fonte: CECEG/UFES.

Como mencionado na seção anterior, o exercício do presente estudo é analisar o impacto econômico e ambiental para o estado do Espírito Santo com o aumento da produção de petróleo

e gás natural devido aos novos projetos da Petrobrás (Maria Quitéria e PetroRio). Seguindo esse objetivo, a Tabela 2 apresenta os resultados dessa simulação através do choque dado na matriz de insumo-produto do estado. Entretanto, é crucial ressaltar que tais resultados não constituem previsões precisas da economia; ao contrário, são projeções dos impactos específicos advindos do cenário considerado.

Tabela 2 – Efeito do Choque sobre Variáveis Econômicas e Emissão de Gases

Variáveis Seleccionadas	Impacto (R\$ milhão)	Variação (%)
Produção Estadual	6.522,67	8,48
Importação	2.729,50	9,43
Exterior	469,08	9,59
Regional	2.260,42	9,40
Impostos	687,18	8,90
Remunerações	2.132,87	4,70
Valor Adicionado Bruto (VAB)	7.833,64	7,80
Valor Bruto da Produção (VBP)	17.154,08	8,65
Fator Trabalho (Ocupações)	76.352	3,85
Variáveis Seleccionadas	Impacto (tCO₂e)	Variação (%)
Gases de Efeito Estufa Direto	400.948,05	1,35
Gases Percursos	20,32	0,01

Fonte: Elaboração própria.

Pode-se observar que o aumento na demanda no setor de extração de petróleo e gás geraria um impacto positivo na economia. Todas as variáveis analisadas, sem exceção, teriam um aumento percentual. O crescimento de 8,48% na produção estadual indicaria haver um crescimento substancial na produção de bens e serviços relacionados à extração de petróleo e gás e em seus setores auxiliares.

Analisando as importações, nota-se que a diferença em variação percentual das importações advindas do exterior e regional é quase mínima, sendo de 0,19%. Cabe observar que essa variável econômica indica a dependência que o estado tem com as demais economias para assegurar a sua oferta (SESSA, 2019). Observando os dados de 2022 e 2023 disponíveis na base estatística de comércio exterior do Brasil (Comex Stat), as importações do estado são oriundas de bens manufaturados, destacando-se equipamentos de transporte industrial, veículos automóveis com motor a diesel e automóveis para passageiro e de bens intermediários, como combustíveis e lubrificantes básicos.

O fator trabalho (ocupações) apresenta aumento esperado no período de 3,85%, o que se traduziria em 76.352 novos postos de trabalho em relação ao mercado de trabalho de 2015. De acordo com Sessa (2019), a disparidade na criação de empregos em diferentes regiões pode impulsionar a migração de pessoas em busca de melhores oportunidades de trabalho.

Esse padrão pode gerar um ciclo contínuo de desigualdade regional, em que as regiões mais desenvolvidas se tornam cada vez mais atraentes para profissionais qualificados, enquanto as regiões menos desenvolvidas enfrentam desafios para reter talentos e impulsionar o crescimento econômico. Os autores Zanotelli *et al.* (2017) propõem uma análise fundamentada em uma “bacia socioeconômica”, resultado dos fluxos produtivos, econômicos e populacionais advindos dos investimentos associados à bacia sedimentar, território este que se encontra entre a costa do Espírito Santo e de São Paulo, passando pelo Rio de Janeiro.

É importante considerar que o aumento na produção de petróleo e gás também pode gerar impactos ambientais significativos, especialmente em relação à exploração e extração desses recursos naturais. As etapas do setor de petróleo que mais contribuem para as emissões de gases de efeito estufa são: a perfuração, em que ocorre a queima de combustíveis fósseis pelas plataformas de perfuração e veículos de apoio; a extração, que resulta na liberação de metano diretamente na atmosfera; o processamento e tratamento, durante os quais há queima

de gás natural em flares; o transporte, que envolve emissões de navios-tanque, oleodutos e caminhões; o refino, que demanda reações químicas intensivas em energia; e a combustão final dos produtos refinados, representando a maior fonte de emissões de dióxido de carbono (JARAMILLO, GRIFFIN, MATTHEWS, 2008; IPCC, 2014).

É de conhecimento que, apesar de o estado capixaba não ser o principal produtor de petróleo do Brasil, posição essa ocupada pelo estado do Rio de Janeiro, o Espírito Santo ainda desempenha um papel significativo na extração e em outras etapas críticas da cadeia produtiva. O estado realiza algumas das etapas citadas anteriormente como a exploração e perfuração em campos *offshore*, particularmente no Parque das Baleias, a extração de petróleo, o processamento e tratamento com queima de gás natural em flares e o transporte de petróleo bruto e produtos refinados por oleodutos e portos locais. Essas atividades contribuem significativamente para as emissões de gases de efeito estufa na região (ANEEL, 2020; IJSN, 2020; PETROBRAS, 2021).

Em função dessas operações intensivas, observa-se que o aumento na demanda no setor de extração de petróleo e gás no Espírito Santo resultaria em um incremento nas emissões de gases de efeito estufa diretos em 1,35%, o que equivaleria a mais de 400 mil toneladas de CO_2e . Em contraste, os gases percursores contribuiriam com apenas 0,01% para as emissões totais.

Tabela 3 – Efeito do Choque sobre a Emissão de GEE por Setor

Setores	Multiplicador Direto	Impacto (tCO_2e)	Varição (%)
Agricultura	48,17	64,91	0,00%
Pecuária	32,24	1.530,20	0,02%
Produção Florestal, Pesca e Aquicultura	25,77	-26,18	0,02%
Extração de Carvão Mineral, entre outros	21,98	0,00	0,00%
Extração de Petróleo e Gás	46,46	0,00	0,00%
Extração de minério de ferro	31,79	7.194,89	0,64%
Alimentos e bebidas	32,66	827,21	0,11%
Fabricação de produtos têxteis	15,41	0,21	0,01%
Fabricação de produtos da madeira	50,91	0,00	0,00%
Fabricação de celulose, papel e outros	128,48	73.478,98	4,91%
Refino do petróleo	4,80	52.610,25	1,30%
Fabricação de químicos, borracha e plástico	30,42	498,96	2,79%
Fabricação de produtos de min. não-metálicos	54,14	1.821,90	0,15%
Metalurgia	234,20	462.451,83	2,23%
Fabricação de máquinas e equipamentos	146,77	0,00	0,00%
Fabricação automóveis e peças	70,34	0,00	0,00%
Eletricidade, gás, água, esgoto e limpeza	133,23	54.359,88	0,97%
Construção	26,66	0,00	0,00%
Comércio por atacado e a varejo	35,29	177,95	0,31%
Transporte	23,94	122.045,31	1,39%
Armazenamento, transportes e correio	31,79	0,00	0,00%
Alojamento e alimentação	9,51	0,00	0,00%
Serviço de informação	8,20	0,00	0,00%
Intermediação financeira, seguros e previdência	7,72	0,00	0,00%
Atividades imobiliárias	3,76	0,00	0,00%
Atividades profissionais, científicas e técnicas	31,95	0,00	0,00%
Atividades administrativas e serviços	30,31	0,00	0,00%
Administração Pública	7,99	0,00	0,00%
Educação pública	11,91	0,00	0,00%
Educação privada	24,80	0,00	0,00%
Saúde pública	12,60	0,00	0,00%
Saúde privada	10,00	0,00	0,00%
Atividades artísticas, criativas e de espetáculos	6,09	0,00	0,00%
Organizações associativas e outros serviços	25,96	0,00	0,00%
Serviços Domésticos	0,00	0,00	0,00%

Fonte: Elaboração própria.

Questões de sustentabilidade e preservação ambiental precisam ser cuidadosamente avaliadas. Dessa forma, por meio da Tabela 3, desagregou-se o resultado do aumento da demanda do setor de extração de petróleo e gás em um aumento de emissões de gases de efeito estufa (GEE) por setor.

Pode-se observar que são poucos os setores que possuem variação expressiva nas emissões de gases de efeito estufa (GEE). Dentre os principais, se destacam o setor de fabricação de celulose e papel, tendo uma variação de 4,91%, o setor de fabricação de químicos, borracha e plástico, com uma variação de 2,79%, o setor de metalurgia, variando 2,23%, o setor de transporte, com uma variação de 1,39%, e o setor de refino de petróleo, variado 1,30%.

O setor de papel e celulose é composto por duas atividades distintas: a florestal e a industrial. Cada uma dessas atividades possui impactos diferentes sobre as emissões de gases de efeito estufa (GEE). Em termos simplificados, a produção de papel envolve a formação de uma massa a partir da celulose, que é depositada para formar a folha, através da secagem e uniformização. A etapa de secagem é a que mais consome energia, utilizada para remover a água da folha de papel por meio de calor e processos mecânicos. A queima de combustíveis para a geração de calor e vapor utilizados no processo de produção de celulose e papel é a principal fonte de emissão de gases de efeito estufa nessa indústria (PEREIRA, SILVA, 2014).

A indústria química é responsável pela fabricação de produtos químicos orgânicos e inorgânicos. Os produtos orgânicos são obtidos a partir de combustíveis fósseis, como petróleo e gás, e representam a maior parte da produção dessa indústria. Eles são utilizados na fabricação de plásticos, fibras, pigmentos sintéticos, defensivos agrícolas, entre outros. Durante a produção desses itens são liberadas grandes quantidades de gases como dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O). Já os produtos inorgânicos são baseados em substâncias de origem mineral que não contêm cadeias de carbono em sua estrutura, como cloro, silício e soda cáustica (HORA, MELO, 2016).

Os bens minerais, sejam metálicos ou não metálicos, desempenham um papel fundamental em diversas atividades econômicas, fornecendo os materiais essenciais para o desenvolvimento de bens e serviços que compõem o modo de vida da sociedade. No entanto, a transformação mineral dos metais, em geral, começa com um processo de oxirredução (reação que libera uma grande quantidade de CO_2 para obter o metal primário a partir do óxido. Devido a esse processo, o setor metalúrgico se destaca como um dos maiores emissores industriais de Gases de Efeito Estufa (GEE) (CARVALHO, 2018).

A grande quantidade de CO_2 emitida pelo setor de transportes é resultante, principalmente, da ampla utilização de três combustíveis de origem fóssil: diesel, que é essencialmente empregado no transporte de mercadorias; gasolina, utilizada no transporte de passageiros; e querosene, empregado no transporte aéreo (MILANEZ, 2017).

Por fim, o setor de refino de petróleo é uma das principais fontes de emissões de gases de efeito estufa (GEE). Essas emissões são geradas principalmente durante os processos industriais que envolvem a transformação do petróleo bruto em produtos refinados, como gasolina, diesel, querosene e outros derivados. Durante o processo de refino, ocorre a queima de combustíveis fósseis, como gás natural ou óleo combustível, para aquecer e separar os diferentes componentes do petróleo bruto. Essa queima libera dióxido de carbono (CO_2) na atmosfera e pode liberar também metano (CH_4) e o óxido nitroso (N_2O) (MARIANO, 2001).

6. Considerações Finais

O setor de petróleo tem desempenhado um papel vital na economia do Espírito Santo, estabelecendo o estado como uma região proeminente na extração e produção dessa *commodity* no Brasil. Desde as primeiras incursões na exploração em 1957, o estado tem evoluído como uma força produtora significativa de petróleo e gás, contribuindo substancialmente para o

crescimento econômico regional. No entanto, essa dependência excessiva do setor trouxe desafios, tornando a economia capixaba vulnerável a flutuações nos preços globais do petróleo.

Para enfrentar esses desafios e impulsionar a economia, estão programados dois projetos de grande envergadura no setor de petróleo a partir de 2024. A plataforma Maria Quitéria da Petrobras e o início da extração no campo de Wahoo pela PetroRio prometem elevar significativamente a produção de petróleo e gás, reverter a queda recente na atividade do setor e estimular o crescimento econômico.

Entretanto, essa expansão também traz à tona preocupações ambientais. À medida que o aquecimento global e as mudanças climáticas se intensificam, torna-se crucial avaliar os impactos ambientais das emissões de gases de efeito estufa (GEE) provenientes do setor de petróleo e gás. A incorporação de dados de emissões de GEE na matriz de insumo-produto permitiu analisar os impactos econômicos e ambientais de forma integrada.

Os resultados da análise indicam que o aumento na produção de petróleo e gás terá impactos positivos na economia capixaba, com crescimento na produção, empregos e receitas. No entanto, esse crescimento também resultará em um aumento nas emissões de GEE, ressaltando a necessidade de equilibrar o desenvolvimento econômico com a sustentabilidade ambiental.

O estudo destaca a complexa interação entre o crescimento econômico, o setor petrolífero e os desafios ambientais. O compromisso do Espírito Santo com o plano de descarbonização, alinhado às metas globais da ONU, reflete o reconhecimento da importância de mitigar as emissões de GEE. Dessa forma, o estado busca uma transição para uma economia de baixo carbono através de ações visando a neutralização dessas emissões até 2050 e a resiliência climática, promovendo a sustentabilidade ambiental. À medida que o estado busca maximizar os benefícios econômicos dos projetos de petróleo planejados, também está se comprometendo a enfrentar os desafios climáticos e a trabalhar em direção a um futuro sustentável.

Referências

ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Relatório Anual de Energia 2020.

CARVALHO, Pedro Sérgio Landim de et al. Sustentabilidade socioambiental da mineração. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 47, p. 333-389, mar. 2018.

CENTRO DE ESTUDOS COMPUTACIONAIS EM EQUILÍBRIO GERAL (CECEG). Matriz Insumo-Produto do Espírito Santo de 2015. Disponível em: <https://ceceg.ufes.br/>. Acesso em 05 de fevereiro de 2024.

DOTA, Ednelson Mariano. Migração e o Setor de Petróleo e Gás no Espírito Santo. In: Simpósio Nacional de Geografia Urbana, 2019, Vitória/ES. Anais [...]. Vitória/ES: UFES, 2019.

HILGEMBERG, Emerson Martins; GUILHOTO, J. J. M. Uso de combustíveis e emissões de CO2 no Brasil: um modelo inter-regional de insumo-produto. Nova Economia, v. 16, n. 1, 2006.

HORA, A. B. da; MELO, Luciane Paiva D'Avila. Papel e Celulose. In: Panoramas Setoriais: Mudanças Climáticas. Rio de Janeiro: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, 2016. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/7201>. Acesso em: 20 jun. 2023.

IEA - INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. Emissions from Oil and Gas Operations in Net Zero Transitions. 2023.

IJSN - INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES. Espírito Santo: Instituições, Desenvolvimento e Inclusão Social. Vitória/ES, 2010. Disponível em: https://ijsn.es.gov.br/Media/IJSN/PublicacoesAnexos/livros/IJSN_Determinantes_Cresc_ES.pdf. Acesso em: 11 mai. 2023.

_____. Emissões de Gases de Efeito Estufa no Espírito Santo. 2020.

IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg3/>. Acesso em: 16 abr. 2023.

_____. Climate Change 2023: Synthesis Report. Disponível em: <https://ipcc.ar6.syr.spm.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2023.

IPIECA - INTERNATIONAL PETROLEUM INDUSTRY ENVIRONMENTAL CONSERVATION ASSOCIATION. Estimating Petroleum Industry Value Chain (Scope 3) Greenhouse Gas Emissions: Overview of Methodologies. 2016.

JARAMILLO, P.; GRIFFIN, W. M.; MATTHEWS, H. S. Comparative life-cycle air emissions of coal, domestic natural gas, LNG, and SNG for electricity generation. Environmental Science & Technology, v. 41, n. 17, p. 6290-6296, 2008.

LACASTA, Nuno S.; BARATA, Pedro Martins. O Protocolo de Quioto sobre Alterações Climáticas: Análise e Perspectivas. Working Paper 1/98, julho de 1999. Disponível em: https://www.ecoreporter.abae.pt/docs/apoio/Protocolo_de_Quito.pdf. Acesso em: 05 abr. 2023.

MARIANO, Jacqueline Barboza. Impactos ambientais do refino do Petróleo. 2001. Dissertação (Mestrado em Ciências em Planejamento Energético) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE UFRJ, 2001.

MILANEZ, A. Y. et al. O Acordo de Paris e a Transição para o Setor de Transportes de Baixo Carbono: O Papel da Plataforma para o Biofuturo. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 45, p. 285-340, mar. 2017. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/11756>. Acesso em: 20 jun. 2023.

MILLER, Ronald E.; BLAIR, Peter D. Input-Output Analysis: Foundations and Extensions. Second Edition. Cambridge: Cambridge University Press, 2009.

MOLION, Luiz Carlos Bauticero. Desmistificando o Aquecimento Global. Instituto de Ciências Atmosféricas. Maceió: Universidade Federal de Alagoas, Cidade Universitária, 2007. Disponível em: https://icat.ufal.br/laboratorio/clima/data/uploads/pdf/molion_desmist.pdf. Acesso em: 05 abr. 2023.

MONTOYA, Marco Antonio; LOPES, Ricardo Luis; GUILHOTO, Joaquim José Martins. Desagregação setorial do balanço energético nacional a partir dos dados da matriz insumo-produto: uma avaliação metodológica. Economia Aplicada, v. 18, n. 3, 2014.

OBSERVATÓRIO DA INDÚSTRIA. Anuário da indústria do petróleo e gás natural no Espírito Santo 2023. v. 6, Espírito Santo, 2023.

_____. Anuário da indústria do petróleo e gás natural no Espírito Santo 2024. v. 6, Espírito Santo, 2024.

OLIVEIRA, Marilene Silva de. Análise da Intensidade de Emissão de Gases de Efeito Estufa na Demanda Final Brasileira através do Modelo de Insumo-Produto. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de Brasília, Faculdade de Economia, Administração, 2011. Disp. em: https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/9011/1/2011_MarileneSilvadeOliveira.pdf. Acesso em: 16 abr. 2023.

PETROBRAS. Relatório de Sustentabilidade 2021.

PEREIRA, Felipe dos Santos; SILVA, Martim Francisco de Oliveira e. Panorama Setorial 2015-2018: Indústria Química. In: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, 2014. p. 109-119. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/14377>. Acesso em: 20 jun. 2023.

REIS JUNIOR, N. C. et al. Plano de Descarbonização e Neutralização das Emissões de GEE do Espírito Santo. Relatório Técnico, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória/ES, 2022. Disponível em: <https://seama.es.gov.br/Media/Seama/Documentos/Plano%20de%20Descarboniza%C3%A7%C3%A3o%20e%20Neutraliza%C3%A7%C3%A3o%20das%20Emiss%C3%B5es%20de%20GEE%20do%20Esp%C3%ADrito%20Santo%20VERS%C3%83O%20-%20I.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2023.

RIDOUTT, Bradley. Short Communication: Climate Impact of Australian livestock Production Assessed Using the GWP* Climate Metric. *Livestock Science*, v. 246, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1871141321000676>. Acesso em: 16 abr. 2023.

SESSA, Celso Bissoli. Impacto Econômicos e Repercussões Regionais dos Grandes Investimentos no Espírito Santo (2019-2024). Disponível em: <http://desenvolvimentocapixaba.com/wp-content/uploads/2022/09/Artigo-Premio-Corecon-1.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2023.

SILVA, Angela; PIRES, Patricia Maria. Avaliação da sustentabilidade da atividade pesqueira em comunidades tradicionais de pescadores artesanais do estuário do Rio São Francisco, Brasil. *Ambiente & Sociedade*, v. 23, 2020.

WMO. WMO Greenhouse Gas Bulletin: The State of Greenhouse in the Atmosphere Based on Global Observations Through 2020. n. 17, out. 2021.

ZANOTELLI, Claudio Luiz et al. Bacia Urbano-Regional do Petróleo: a Zona Costeira do Espírito Santo Associada ao Estado do Rio de Janeiro. *Confins*, 2019. Disponível em: <https://journals.openedition.org/confins/21754>. Acesso em: 11 mai. 2023.