

20° SEMINÁRIO DE DIAMANTINA

DESPESAS PÚBLICAS EM GESTÃO AMBIENTAL *VERSUS* GASES DE EFEITO ESTUFA (GEE): RELAÇÕES PARA OS ESTADOS BRASILEIROS (2013 – 2022)

Filipe Santiago dos Reis¹
Ludmilla Rodrigues Costa Gonçalves¹
Alessandra Cristina Quirino¹
Weslem Rodrigues Faria²

RESUMO: Este estudo investigou a relação entre as despesas públicas destinadas à gestão ambiental e as emissões de gases de efeito estufa (GEE) nos estados brasileiros entre 2013 e 2022. Utilizando dados do SEEG – Observatório do Clima, do SICONFI, do MAPBIOMAS, do Balanço Energético Nacional e dos Censos Demográficos do IBGE, aplicou-se a metodologia de estimação de dados em painel. Os resultados indicaram que as despesas públicas em gestão ambiental não foram estatisticamente significativas para reduzir as emissões. Esse achado sugere a necessidade de revisão nas políticas ambientais visando aprimorar a eficácia das medidas adotadas para a mitigação das emissões.

Palavras-chave: Unidades da Federação Brasileira; Despesa Pública; Gases do Efeito Estufa; Gestão Ambiental; Dados em Painel.

PUBLIC EXPENDITURE ON ENVIRONMENTAL MANAGEMENT *VERSUS* GREENHOUSE GASES (GHG): RELATIONSHIPS FOR BRAZILIAN STATES (2013 – 2022)

ABSTRACT: This study investigated the relationship between public expenditures on environmental management and greenhouse gas (GHG) emissions in Brazilian states between 2013 and 2022. Using data from SEEG – Climate Observatory, SICONFI, MAPBIOMAS, National Energy Balance, and Demographic Censuses from IBGE, a panel data estimation methodology was applied. The results indicated that public expenditures on environmental management were not statistically significant in reducing emissions. This finding suggests the need for a review of environmental policies aimed at greater efficiency in mitigating GHG emissions.

Keywords: Federation Units of Brazil; Public Expenditure; Effect Gases Study; Environmental management; Panel Data.

Área temática: 1. Economia

Financiamento: Este trabalho foi realizado com o apoio da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

¹ Doutorandos em Economia pela Universidade Federal de Juiz de Fora (PPGE - UFJF) - E-mail de contato: filipe.santiago@estudante.ufjf.br; ludmilla.goncalves@ufjf.br e alessandra.quirino@estudante.ufjf.br.

² Professor do Departamento de Economia da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) – E-mail: weslem.faria@ufjf.edu.br.

1. INTRODUÇÃO

As discussões acerca da conservação, preservação e recuperação ambiental, bem como os esforços da Gestão Pública para promover o desenvolvimento sustentável, têm ocupado a agenda de governos, diversos grupos de interesse e da sociedade civil em todo o mundo. A crescente preocupação com os impactos da degradação da qualidade ambiental sobre o bem-estar social tem se manifestado tanto em um aumento significativo de estudos acadêmicos quanto em ações de cooperação internacional, refletidas em tratados propostos e promovidos por organismos nacionais e internacionais. (QUINTELA, 2016).

A intensificação das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) observada nas últimas décadas tem contribuído para a potencialização de processos antropogênicos, que têm elevado a temperatura média da terra (COX et al., 2000; ESQUIVEL-MUELBERT et al., 2019; FEARNSSIDE, 1997). A consequência desses processos é fonte de alerta constante dentro dos relatórios de avaliação produzidos pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), uma vez que os padrões climáticos mundiais podem passar por abruptas transformações levando a situações diversas. Em conjunto todas as mutações ameaçam a biodiversidade e resiliência dos ecossistemas naturais, com destaque para as regiões de florestas tropicais e com grande variedade de biomas, como é o caso do Brasil (COSTA et al., 2021).

No período entre 2013 e 2022, 12 dos 27 estados brasileiros foram responsáveis por mais de 80% das emissões totais de GEE. O Pará liderou com 3.069.401.057,80 de toneladas CO_2eq , seguido por Mato Grosso, com 2.027.709.887,79 toneladas, São Paulo, com 1.232.920.798,76 toneladas, Minas Gerais, com 1.199.354.816,47, Rondônia, com 1.014.918.125,83, Maranhão, com 876.423.471,76, Amazonas, com 873.232.317,76, Rio Grande do Sul, com 709.592.579,11, Bahia, com 695.261.882,08, Rio de Janeiro, com 569.707.687,72, Paraná, com 559.489.893,28, e Goiás, com 498.336.728,36 toneladas. Com exceção dos estados de São Paulo e Rio de Janeiro, os principais fatores estão relacionados às emissões de gases de mudanças no uso da terra, queima de resíduos florestais e atividades agropecuárias, incluindo produção animal, vegetal e manejo de solos (OBSERVATÓRIO DO CLIMA, 2024). De acordo com dados do INPE (2024), entre 2018 e 2020 houve uma variação de 166,8% na quantidade de focos de queimadas observados na Região da Amazônia Legal, sendo que o ano de 2020 se destaca por apresentar o maior número dentre os últimos 10 anos (COSTA et al., 2021).

Os GEEs desempenham um papel significativo na modificação das condições ambientais, sendo sua geração associada principalmente ao uso de insumos na produção de diversos bens e serviços e ao consumo desses produtos pelos consumidores finais. O aumento das concentrações desses gases na atmosfera é identificado pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2022), como o principal impulsionador das mudanças na temperatura global. Dentre os GEEs relacionados no inventário nacional, elencam-se o dióxido de carbono (CO_2), óxido nitroso (N_2O), metano (CH_4), hidrofluorcarboneto (HFC), perfluorcarboneto (PFC) e hexafluor sulfuroso (SF_6), que podem ser apresentados como em gás carbônico equivalente (CO_2eq), ou seja, equivalente a uma tonelada métrica de CO_2 , tanto na métrica GWP (*potencial de aquecimento global*) como GTP (*potencial de mudança de temperatura global*) e segundo os fatores de conversão estabelecidos nos relatórios de avaliação do IPCC. Ressalta-se que o CO_2 não é GEEs com maior potencial para aquecimento da atmosfera, mas em virtude do tempo de permanência da atmosfera e da quantidade produzida, ele é o mais preocupante (COSTA et al., 2021).

A emissão de CO_2 , provenientes principalmente da combustão industrial e da destruição de vegetação, são monitoradas periodicamente e de forma detalhada nos cinco principais setores emissores: *i*) agropecuária (fermentação entérica, manejo de dejetos animais, cultivo de arroz, queima de resíduos agrícolas e solos manejados); *ii*) energia (queima de combustíveis, extração e produção de petróleo e gás natural, refino de petróleo e processamento de gás natural e transporte); *iii*) mudanças de uso da terra (alterações de uso da terra e queima de resíduos florestais); *iv*) processos industriais (produção de metais, produtos minerais, indústria química,

emissões de hidrofluorcarbonos (*HFC*), uso de hexafluoreto de enxofre (*SF₆*) em equipamentos elétricos e uso não energético de combustíveis e uso de solventes); v) e de resíduos (disposição final de resíduos sólidos, incineração e queima a céu aberto de resíduos, efluentes líquidos domésticos e efluentes líquidos industriais). Ambas as emissões contam com o mesmo grau de detalhamento pelos inventários de emissões, elaborado pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), complementados por relatórios governamentais, institutos, centros de pesquisa, entidades setoriais e organizações não governamentais (MAPBIOMAS, 2024; QUINTELA, 2016).

Diante do desafio das mudanças climáticas, ainda não completamente compreendidas por pesquisadores, gestores e pela sociedade em geral, especialmente dada a vasta extensão territorial e a diversidade ambiental do Brasil, Da Cunha e Dos Reis (2015) ressaltam a necessidade crucial de priorizar estratégias e a implementação de políticas públicas pelos representantes do Estado, levando em consideração as particularidades regionais.

Dentre as principais funções a serem desempenhadas pelo setor público, através de seus governos, estão três grandes categorias, também denominadas funções fiscais: *i*) alocativa, promover ajustamentos na alocação de recursos na sociedade; *ii*) distributiva, promover ajustamentos na distribuição da renda da sociedade; e *iii*) estabilizadora, manter a estabilidade econômica (BUCHANAN; MUSGRAVE, 1960; COLM; MUSGRAVE, 1960). Dessa forma, cabe ao setor público preencher as chamadas “falhas de mercado” a que o setor privado não consegue sanar a contento, além de falhas que precisam ser corrigidas pela intervenção governamental.

Portanto, no que diz respeito à ação do Estado para operacionalização de todas e quaisquer ações desenvolvidas pelo poder público no desempenho de suas funções, é necessário o dispêndio de recursos financeiros, estabelecidos em planejamento orçamentário, competindo com outras prioridades. Assim, considerando que os recursos econômicos e produtivos são, por definição, escassos, poderiam ser parcialmente compensados com o uso eficiente e mais produtivo desses recursos por parte das instituições públicas que os administram (QUINTELA; ALVES DA SILVA; GOMES, 2014).

Em decorrência das mudanças no orçamento público brasileiro, estabelecidas pela Portaria n. 42 do Ministério de Estado de Orçamento e Gestão, em 14 de abril de 1999 (BRASIL, 1999), a partir do ano 2000, foi possível identificar nas Leis Orçamentárias Anuais a forma como as despesas são discriminadas por funções, seguindo os conceitos estabelecidos na Lei nº 4.320/1964 (BRASIL, 1964). No que diz respeito às ações para defesa e preservação e gestão do meio ambiente, no Brasil, foi vinculada a função 18 (Gestão Ambiental), responsável pela identificação do conjunto de ações desenvolvidas para a proteção de recursos naturais, monitoramento por meio de levantamento sistemático de dados oceanográficos, meteorológicos, astronômicos e geofísicos, e controle das condições ambientais. Sendo admitida a execução de despesas destinadas à preservação de recursos naturais.

Desse modo, o objetivo principal do presente artigo é identificar as relações entre os gastos das 26 Unidades de Federação e do Distrito Federal, apurados na função orçamentária de gestão ambiental entre 2013 e 2022 e a redução ou estabilização da emissão dos GEE (produzidos pelos setores da agropecuária, mudanças de uso da terra, energia, processos industriais e resíduos). Acredita-se que essa abordagem seja uma forma de avaliar o esforço financeiro dos estados brasileiros para alcançar metas relacionadas às melhorias das condições ambientais.

Para atingir os objetivos deste estudo, foi empregada a abordagem econométrica de regressão com dados em painel. Segundo Gujarati e Porter (2011), essa metodologia apresenta diversas vantagens, tais como: *i*) poder levar em consideração a heterogeneidade explicitamente, permitindo variáveis específicas ao sujeito; *ii*) combinar séries temporais com observações de corte transversal, os dados em painel oferecem “dados mais informativos, maior variabilidade, menos colinearidade entre variáveis, mais graus de liberdade e mais eficiência; *iii*) em repetidas observações em corte transversal, os dados em painel são mais adequados para examinar a

dinâmica da mudança; *iv*) os dados em painel podem detectar e medir melhor os efeitos que simplesmente não podem; *v*) permitem estudar modelos de comportamento mais complicados; por fim, *vi*) podem minimizar o viés que poderia resultar se estivéssemos trabalhando com um agregado das observações.

Dentro do contexto da presente pesquisa, há outros na literatura que versam sobre o tema de despesas públicas com gestão ambiental no Brasil e no mundo. Por exemplo, Quintela (2016) realizou uma avaliação empírica do efeito dos investimentos em gestão ambiental, principalmente na formação bruta de capital fixo *versus* redução de emissões de gases (2005 a 2015). Os resultados desse trabalho indicam a inexistência de uma relação de causalidade, no sentido de Granger (1969), entre os gastos da função gestão ambiental e a emissão de CO_2eq . Por outro lado, as relações de causalidade evidenciadas apontam para existência de baixo poder de determinação dos gastos empreendidos para promoção e redução de emissão de GEEs. Bueno, Oliana e Borinelli (2013), conduziram um estudo sobre os gastos públicos em meio ambiente. Para isso, foram realizados: uma revisão sobre a literatura do gasto público e do gasto ambiental; uma análise de estudos já realizados sobre o assunto; e uma análise sobre as possibilidades e tendências relacionadas aos estudos dos gastos públicos ambientais.

Este estudo se destaca dos mencionados ao avaliar os resultados em todas as unidades federativas brasileiras e durante um período mais recente, entre 2013 e 2022. *A priori* não foi identificada nenhuma pesquisa com o mesmo objetivo. Ademais, o foco desta pesquisa está na identificação da existência de uma relação entre a emissão de gases de efeito estufa e o orçamento público, ou seja, não tem como objetivo investigar a relação entre a emissão de GEE e o crescimento econômico de regiões específicas do país.

Considerando a estrutura em painel, a escolha do modelo mais adequado investigará a formulação por caracterização de efeitos fixos (EF) ou efeitos aleatórios (EA) nas unidades *cross section* e unidades temporais. O modelo de EF controla os efeitos das variáveis omitidas que variam entre indivíduos e permanecem constantes ao longo do tempo. A especificação do modelo de EA trata os efeitos específicos das unidades individuais como variáveis aleatórias (GUJARATI; PORTER, 2011; WOOLDRIDGE, 2016).

Assim, foram analisados os resultados considerando tanto as emissões totais quanto as emissões estratificadas setores da agropecuária, mudanças de uso da terra, energia, processos industriais e resíduos.

Os resultados da análise indicam que os recursos orçamentários executados pelos estados brasileiros entre 2013 e 2022 foram insuficientes, ao nível de significância de 1%, para conter o crescimento das emissões de gases do efeito estufa.

Dessa forma, pretende-se ressaltar os desafios para o direcionamento de planos e políticas exclusivas de gestão com meio ambiente com a maximização dos recursos destinados ao custeio e investimentos de ações com o potencial de atuar diretamente na redução das emissões e da resiliência quanto às mudanças climáticas. Espera-se, portanto, que este estudo possa orientar políticas específicas para coordenar os planos setoriais, reconhecendo a necessidade de uma abordagem mais integrada entre os órgãos das três esferas de governo e da iniciativa privada na implementação de ações sinérgicas e complementares.

Além desta seção introdutória, esta pesquisa se organiza em mais cinco seções, cada uma com objetivos específicos. A seção 2 aborda a estrutura teórica e empírica para a pesquisa. A seção 3 contextualiza a emissão dos gases do efeito estufa nos estados brasileiros e oferece uma breve caracterização das despesas públicas na função de gestão ambiental. Na seção 4, detalha-se a base de dados utilizada. A seção 5 concentra-se na estratégia empírica, com a aplicação da técnica econométrica de regressão de dados em painel. A seção 6 discute os resultados alcançados. Por fim, a seção 7 fornece algumas considerações finais, salientando os resultados conclusivos e as contribuições da pesquisa.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Na presente seção, foi promovida uma breve pesquisa com base no conhecimento acumulado no campo da economia do meio ambiente e recursos naturais sobre a relação de causalidade entre despesas públicas e a redução das emissões de GEEs. Para atingir este objetivo, realizou-se um levantamento quantitativo da literatura, visando identificar o panorama da pesquisa, seus principais aspectos conceituais e empíricos, além de detectar lacunas no poder explicativo dos modelos de econométricos no que se refere às emissões de GEEs.

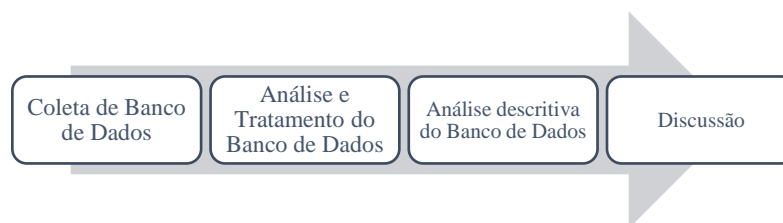
Durante a análise dos estudos, buscou-se responder às seguintes questões:

- a) Qual é a extensão da literatura que aborda a causalidade das despesas públicas e as emissões de GEEs no contexto da economia brasileira?
- b) Quais são as similaridades entre os estudos?
- c) Quais lacunas na pesquisa podem ser exploradas em estudos futuros?

À medida que os estudos teóricos e empíricos avançam, a revisão sistemática da literatura se destaca como uma ferramenta de mapeamento científico cada vez mais utilizada. Por meio da identificação de palavras-chave, essa abordagem reúne os resultados de pesquisas anteriores, proporcionando uma visão abrangente das evidências existentes e das lacunas a serem exploradas. Em comparação com revisões não estruturadas e estudos bibliométricos tradicionais, a revisão sistemática da literatura oferece vantagens significativas, permitindo uma análise mais aprofundada e a adoção de contribuições mais impactantes no campo de estudo (ARIA; CUCCURULLO, 2017).

Este trabalho se destaca por empregar técnicas avançadas de visualização de dados de tendência do conhecimento, por meio de um estudo bibliométrico, conjugado a uma revisão sistemática da literatura, baseada nas diretrizes estabelecidas por (FIAZ et al., 2023; SIDDIQUI et al., 2023) que aplicaram o método para investigar a relação entre despesa pública e emissões de GEE. A Figura 1 ilustra as etapas metodológicas empregadas nesta seção:

Figura 1 – Etapas de Pesquisa de Revisão de Literatura



Fonte: Elaboração própria dos autores.

2.1 Coleta e tratamento do banco de dados da revisão de literatura

Na pesquisa acadêmica é prática comum buscar por documentos em revistas revisadas por pares devido à sua reputação de alta qualidade e rigor acadêmico. Para a área de interesse deste trabalho, a escolha dessas plataformas de pesquisa, como JSTOR, *Science Direct* (Elsevier), *Web of Science e Scopus* (Elsevier), é geralmente feita devido à sua extensa cobertura de periódicos acadêmicos em uma variedade de campos, o que permite acessar uma ampla gama de artigos relevantes (FLORES-SOSA; AVILÉS-OCHOA; MERIGÓ, 2022; ZUPIC; ČATER, 2015).

Uma busca de duas camadas, por meio da plataforma Periódicos Capes, foi realizada nas bases de dados selecionadas para gerar um resultado de pesquisa mais abrangente. A busca da primeira camada teve como objetivo obter uma extensa coleção de estudos na área. A busca por título emprega o termo “gastos públicos” associado aos títulos, resumos e palavras-chave que contenha o termo “gases do efeito estufa” e suas variações.

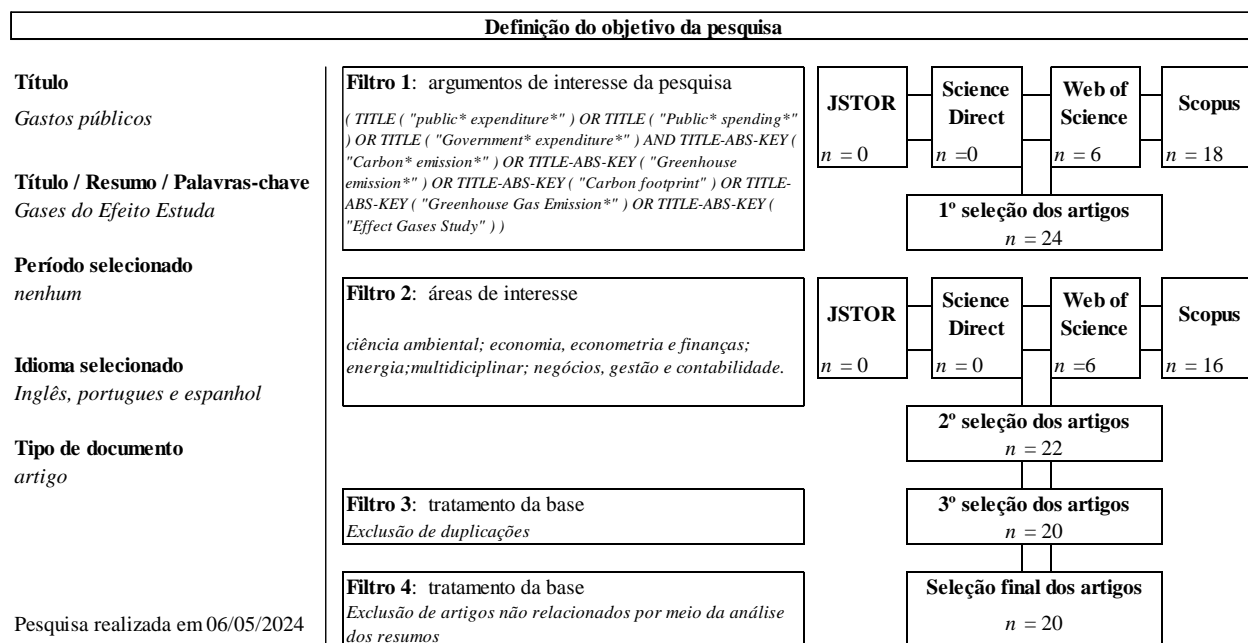
A expressão utilizada nas quatro bases de dados foi: *(TITLE ("public* expenditure*") OR TITLE ("Public* spending*") OR TITLE ("Government* expenditure*") AND TITLE-ABS-KEY ("Carbon* emission*") OR TITLE-ABS-KEY ("Greenhouse emission*") OR TITLE-ABS-KEY*

("Carbon footprint") OR TITLE-ABS-KEY ("Greenhouse Gas Emission*") OR TITLE-ABS-KEY ("Effect Gases Study)). As escolhas desses termos foram baseadas em uma revisão geral da literatura para identificar os termos potencialmente relevantes para o problema. Ao conduzir a pesquisa, nenhuma data de início foi especificada, enquanto a data final foi naturalmente definida pela data de extração do dia 06/05/2024. Os idiomas selecionados foram o espanhol, inglês e português, como mostrado na Figura 2.

Após a aplicação dos procedimentos iniciais em cada base, um total de 24 publicações foram identificadas. Os artigos que não pertenciam a pelo menos uma das subáreas pretendidas - ciência ambiental; economia, econometria e finanças; energia; multidisciplinar; negócios, gestão e contabilidade, foram excluídos (Filtro 2). As 22 publicações restantes passaram por um tratamento no *software RStudio*, por meio do pacote *Bibliometrix*, a fim de identificar e excluir as observações duplicadas (Filtro 3), passando a conter 20 artigos (R CORE TEAM, 2023).

Na quarta etapa, os trabalhos restantes foram submetidos a uma análise mais detalhada de seus resumos, selecionando apenas os artigos que estavam relacionados ao problema (Filtro 4). Finalmente, após aplicar esses critérios de inclusão e exclusão de pesquisa, foram encontrados 20 estudos relevantes, conforme detalhando na Figura 2 abaixo:

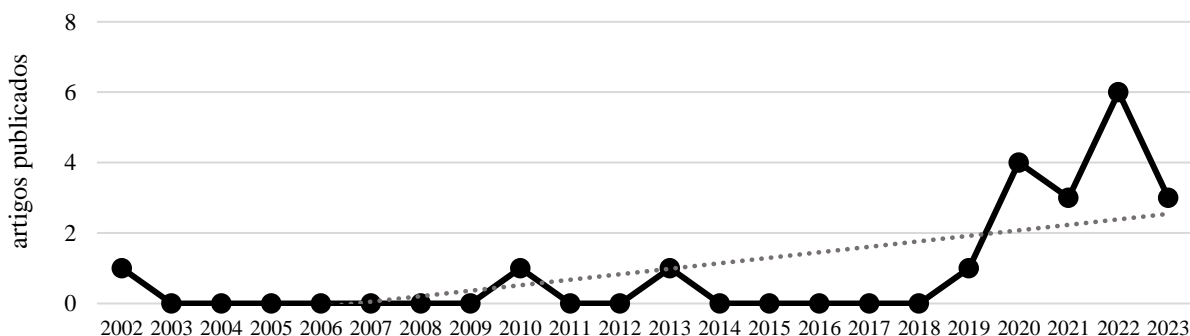
Figura 2 – Mapeamento das pesquisas sobre gastos públicos e GEEs no contexto brasileiro



Fonte: Elaboração própria dos autores.

Com base no Gráfico 1, observa-se que a maior parte dos artigos foi publicada nos anos mais recentes, com destaque para o período após 2018:

Gráfico 1 – Volume anual de publicações entre 2002 e 2023



Fonte: Elaboração própria dos autores com base no Capes Periódicos (2024).

O Gráfico ilustra a evolução das publicações científicas relacionadas à correlação entre despesas públicas e a redução das emissões de GEEs ao longo dos anos. Nota-se um aumento número de publicações após 2018, revelando o interesse acadêmico para as pesquisas neste campo. Este levantamento bibliográfico permitiu uma análise dos principais aspectos conceituais e empíricos das pesquisas existente, bem como a identificação de lacunas das quais se pretende explorar no presente artigo.

2.2 Breve análise descritiva e discussões

Acredita-se que os gastos do governo em educação e pesquisa e desenvolvimento trazem impactos diretos sobre o avanço e a sustentabilidade de uma economia. Para tanto, Liu e Abu Hatab (2023) estimaram a relação entre os gastos públicos do governo em pesquisa e desenvolvimento, além de avanço econômico verde, utilizando dados de vários países entre 2008 e 2018. Revelou-se que um indicador de expansão econômica verde variável, ou seja, programas governamentais inadequados para entregar resultados.

Kwakwa (2022) analisou o efeito de uma série de variáveis econômicas da industrialização, militarização e gastos do governo de Gana sobre as emissões de dióxido de carbono para o período de 1971 a 2018. Foi constatada uma relação invertida em forma de U entre renda e emissão de carbono. Mostrou-se necessária implicações políticas na promoção de métodos de produção ecológicos a fim de sustentar o crescimento econômico, tendo em vista que, tanto no curto como no longo prazo, as emissões de carbono são positivamente influenciadas pela população, industrialização e militarização, mas reduzidas pela despesa do governo.

Liu, Feng e Kong (2023) examinam o efeito de redução de carbono da política de comércio de carbono, do gasto público local e do cenário sinérgico de ambos na indústria de energia de 30 províncias na China de 2010 a 2019. Constatou-se que a política de comércio de carbono e os gastos públicos locais, assim como a geração de energia, transmissão e distribuição, consumo de energia e outros elos na cadeia da indústria de energia que influenciam a redução de carbono na indústria de energia da China.

Xing, Li e Yu (2022) examinaram associações entre o nível de crescimento das finanças verdes, gastos públicos e o mecanismo de carbono zero na China para o período de 2005 a 2018. Foi constatado crescimento rápido no setor de finanças verdes da China, com melhorias nas finanças verdes e aumento dos gastos públicos, todos contribuindo na redução da degradação ambiental do país.

Fan et al. (2020) abordaram o papel dos gastos do governo no que se refere aos fatores que impulsionam a desigualdade de emissão de dióxido de carbono na China durante o período de 2007 e 2015. Demonstrou-se que os desequilíbrios no desenvolvimento econômico, distribuição da população e estrutura energética eram pré-requisitos para uma desigualdade regional de emissões, enquanto as disparidades nas despesas governamentais também desempenhavam um papel importante. Dentre esses fatores, as disparidades na estrutura de gastos foram a principal causa de desigualdade de emissões.

Com base no levantamento quantitativo e leitura das pesquisas realizadas, considerando também as peculiaridades para a economia brasileira, a verificação das realizações de causalidades quanto as emissões de GEE, torna-se relevante uma averiguação mais detalhada para o país, especialmente qual a influência do comprometimento dos gestores públicos com a redução das emissões via alocação de dotações orçamentárias. Nesse sentido, procura-se identificar a existência de correlação inversa entre as emissões e os investimentos orçamentários nos Estados e no Distrito Federal. Este estudo se diferencia de abordagens semelhantes em econometria de dados em painel ao estratificar as informações de emissões por setores e as despesas relacionadas à gestão ambiental em nível estadual, considerando principalmente as particularidades de cada unidade em relação ao desmatamento, produto interno bruto, população e consumo final de energia elétrica.

3. GASES DO EFEITO ESTUFA E DESPESAS PÚBLICAS EM GESTÃO AMBIENTAL NOS ESTADOS BRASILEIROS

De acordo com Ministério do Meio Ambiente (2014), a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) oficializou o compromisso voluntário do Brasil junto à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima de redução de emissões de gases de efeito estufa. A PNMC foi instituída em 29 de dezembro de 2009 pela Lei nº 12.187 (BRASIL, 2009), buscando garantir que o desenvolvimento econômico e social contribuísse para a proteção do sistema climático global.

Conforme o Decreto nº 9.578/2018 (BRASIL, 2018), que regulamentou a PNMC, e substituiu o Decreto n.º 7.390/2010 (BRASIL, 2010), a linha de base de emissões de gases de efeito estufa para o ano de 2020 era estimada em 3.236 milhões de toneladas de CO_2eq . De acordo com o Art. 12 da Lei nº 12.187, supracitada, para alcançar os objetivos da PNMC, o País deveria adotar, como compromisso nacional voluntário, ações de mitigação das emissões de gases de efeito estufa, com vistas em reduzir entre 36,1% e 38,9% suas emissões projetadas até 2020. Para auxiliar no alcance as metas de redução, a lei estabelecia ainda, o desenvolvimento de planos setoriais de mitigação e adaptação nos âmbitos local, regional e nacional.

Os objetivos alcançados pela PNMC devem se harmonizar com o desenvolvimento sustentável buscando o crescimento econômico, a erradicação da pobreza e a redução das desigualdades sociais. Para viabilizar o alcance destes objetivos, o texto instituiu algumas diretrizes, como fomento a práticas que efetivamente reduzam as emissões de gases de efeito estufa e o estímulo a adoção de atividades e tecnologias de baixas emissões desses gases, além de padrões sustentáveis de produção e consumo (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2014).

O Poder Executivo Federal, seguindo as diretrizes da PNMC, estabeleceu Planos setoriais de mitigação e adaptação à mudança do clima para a consolidação de uma economia de baixo consumo de carbono. Os Planos visam a atender metas gradativas de redução de emissões antrópicas quantificáveis e verificáveis, considerando diversos setores, como geração e distribuição de energia elétrica, transporte público urbano, indústria, serviços de saúde e agropecuária, considerando as especificidades de cada setor, inclusive por meio do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) e das Ações de Mitigação Nacionalmente Apropriadas (NAMAS).

Os instrumentos para sua execução são, entre outros: o Plano Nacional sobre Mudança do Clima, o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima e a Comunicação do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2014).

A nível estadual também é possível apurar legislações específicas destinadas à Instituição de Políticas de Mudanças Climáticas, dentre elas cita-se a Lei n.º 13.798, de 09 de novembro de 2009 (SÃO PAULO, 2009), que Institui a Política Estadual de Mudanças Climáticas em São Paulo, sendo uma das pioneiras em entre as unidades federativas, enquanto e a Lei n.º 9.781, de 27 de dezembro de 2022 (PARÁ, 2022), que instituiu a política no Estado de Pará, é uma das mais recentes.

Para que o desenvolvimento do País ocorra em bases sustentáveis, as ações governamentais dirigidas ao setor produtivo deverão buscar, cada vez mais, a promoção do uso mais eficiente dos recursos naturais, científicos, tecnológicos e humanos. Os esforços em fomentar um nível de desempenho nos setores da economia, pautado nas melhores práticas em cada um dos setores específicos, serão uma forma de se buscar reduzir o conteúdo de carbono do produto interno bruto brasileiro, aumentar a competitividade dos produtos brasileiros no mercado internacional, fazer crescer a renda e gerar excedentes econômicos que possam garantir maiores níveis de bem-estar social (BRASIL, 2008).

Por sua vez, no Brasil, os gastos públicos relacionados à mudança do clima representam as opções de financiamento do governo na forma de custeio, investimentos, transferências, renúncias fiscais e inversões financeiras com ações ou serviços públicos direcionados à

mitigação e/ou à adaptação da sociedade aos efeitos da mudança do clima. Mais especificamente, constituem-se: *i*) no esforço nacional para a implementação de mudanças e substituições tecnológicas que buscam reduzir o uso de recursos naturais e, conseqüentemente, as emissões de GEEs por unidade de produção; *ii*) na execução de medidas que reduzem as emissões de GEEs e/ou que aumentem os sumidouros de carbono; e *iii*) na realização de iniciativas que reduzem a vulnerabilidade dos sistemas naturais e humanos em decorrência dos efeitos atuais e esperados da mudança do clima (TOZATO et al., 2019).

No âmbito da administração pública brasileira, as Unidades Federativas e o Distrito Federal desempenham um papel essencial na oferta de serviços públicos e no desenvolvimento local. Como unidades federativas de base, compete a eles gerenciar de forma eficaz os recursos para o alcance das expectativas de suas populações. A eficácia dessa gestão está intrinsecamente ligada ao arcabouço institucional que regula a elaboração das Leis Orçamentárias e a execução das finanças públicas (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2023; GADELHA, 2017; GIACOMONI, 2022).

Com o intuito de correlacionar a emissão dos GEE e o orçamento público a nível estadual, a Tabela 1, apresenta a variação percentual das emissões de GEE, com base nos dados Sistema de Informações Contábeis e Fiscais do Setor Público Brasileiro (FINBRA) (2024), bem como a variação das despesas empenhadas na execução de ações da função de despesas de gestão ambiental, conforme classificação a Portaria nº 42 de 14 de abril de 1999 (BRASIL, 1999), do Ministério de Orçamento e Gestão (MOG), com base nos dados extraídos do Sistema de Informações Contábeis e Fiscais do Setor Público Brasileiro (FINBRA) (2024), o cálculo a variação considera os exercícios entre 2013 e 2022, em valores constantes, a preços de 2022, deflacionados pelo Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA):

Tabela 1 – Variação entre as Emissões e Despesas em Gestão Ambiental entre 2013 e 2022

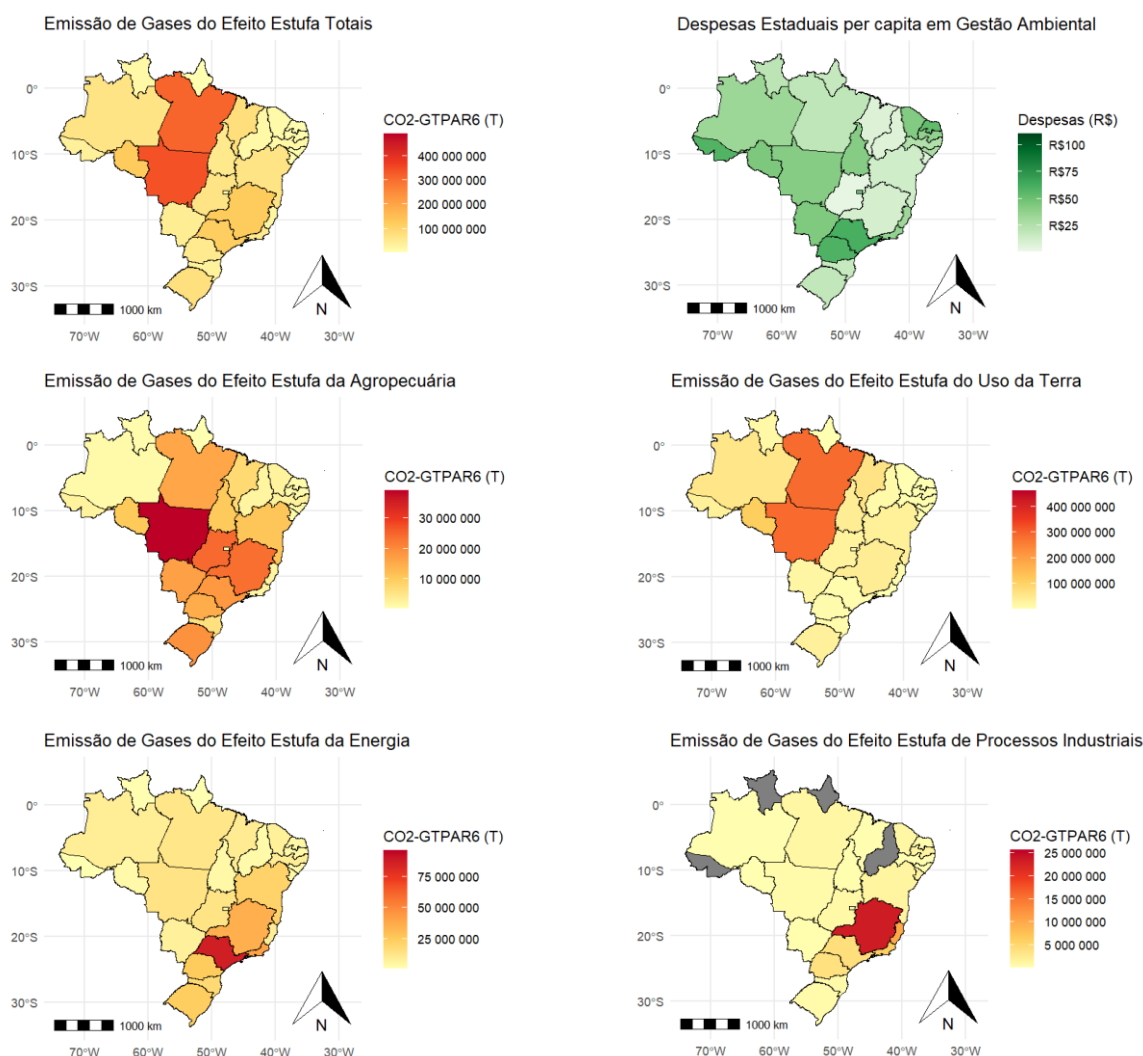
RG	UF	$\Delta EMITOT_{i,t}$	$\Delta AGRO_{i,t}$	$\Delta TERRA_{i,t}$	$\Delta ENERGIA_{i,t}$	$\Delta INDUSTRIA_{i,t}$	$\Delta RESIDUOS_{i,t}$	$\Delta DESP_{i,t}$
	AL	0.3640	0.2431	1.0448	0.2096	-0.6641	0.0672	2.3702
	BA	-0.2515	0.1171	-0.3967	-0.1161	0.0052	0.1556	0.2083
	CE	-0.4011	0.0184	-0.7402	-0.3420	0.3825	0.1223	2.7694
	MA	-0.1731	0.3403	-0.2099	-0.1323	-0.7421	0.1118	0.1690
NE	PB	-0.0782	0.2407	-0.3084	-0.1840	0.5766	0.1073	-0.4798
	PE	-0.0082	0.3751	0.5731	-0.2174	-0.7732	0.1224	-0.4397
	PI	-0.3817	0.1487	-0.4757	0.0130	-1.0000	0.2118	-0.7339
	RN	-0.4247	0.1370	-0.8021	-0.2777	-0.2723	0.1630	0.4252
	SE	0.0742	-0.0765	0.9824	-0.0133	-0.2589	0.2798	-0.1630
	AC	0.5920	0.6174	0.6110	0.0369	-	0.3654	0.0166
	AM	0.3683	0.1170	0.4419	0.0776	-0.3888	0.0789	0.7041
	AP	-0.5175	-0.0932	-0.5260	-0.6124	-	0.3099	1.4565
N	PA	0.3200	0.3033	0.3375	0.0807	-0.2581	0.2672	1.6126
	RO	0.7730	0.4020	0.8528	0.1558	-0.5602	-0.0052	7.0571
	RR	-0.0988	0.4789	-0.1576	1.4536	-	0.0110	1.5138
	TO	0.0620	0.6624	-0.0487	0.3612	0.6024	0.2369	0.9420
	DF	-0.0914	-0.0795	0.6320	-0.0707	-0.2714	0.1111	0.6954
CO	GO	0.3180	0.3247	0.4353	0.1241	0.3782	0.2276	1.1338
	MS	0.1366	0.0377	0.3541	-0.0729	-0.0840	0.2827	0.5360
	MT	0.7409	0.5238	0.8036	0.3596	-0.0100	0.1870	0.8156
	ES	-0.1457	0.0789	-0.4694	-0.2893	0.1887	0.3161	1.7983
SE	MG	-0.0602	0.0093	-0.0438	-0.1481	-0.0133	0.0816	-0.2393
	RJ	-0.2207	0.0420	-0.6125	-0.1329	-0.5532	0.1940	0.0911
	SP	-0.1735	0.0952	-0.6753	-0.0932	-0.5669	0.0401	0.9663
	PR	-0.0858	0.0339	-0.4184	-0.0053	0.1625	0.1728	2.8424
S	RS	-0.0913	-0.0253	-0.1225	-0.0961	-0.3003	0.0315	0.6186
	SC	-0.1125	0.0737	-0.3328	-0.0532	0.0914	0.3013	0.2426

Fonte: Elaboração própria dos autores com base nos dados (SEEG-OC, 2024).

Com base nas informações da Tabela 1, pode-se observar relações destacadas nas variações das emissões de gases de efeito estufa (GEEs) e nas despesas em gestão ambiental em nível estadual no Brasil entre 2013 e 2022. O estado que registrou a maior redução nas emissões durante o período foi o Amapá, com uma queda de 51,75%, passando de 3.721.380,95 toneladas (CO_2eq) em 2013 para 1.795.640,70 toneladas em 2022. Esse declínio significativo foi impulsionado principalmente pela redução de 61,24% das emissões do setor de energia. No mesmo intervalo, a execução orçamentária do estado cresceu em 145,65%. Por outro lado, o estado de Rondônia apresentou um aumento de 77% nas emissões, principalmente devido ao crescimento de 85% nas emissões ligadas ao uso da terra e de 40% na agricultura. Apesar de ter registrado a maior variação nas despesas em gestão ambiental, com um crescimento de 705,71%, esses investimentos não foram suficientes para conter o aumento das emissões de GEEs.

Em complementação à Tabela 1, a Figura 3 tem por objetivo, ilustrar com dados acumulados entre 2013 e 2022 as emissões totais de GEE, assim como a sua estratificação pelos setores de (mapas nas escalas amarelo, laranja e vermelho), assim como a execução orçamentária em gestão ambiental (mapa em escala de verde):

Figura 3 – Emissão de GEE e Despesas em Gestão Ambiental - 2013 - 2022



Fonte: Elaboração própria dos autores com base nos dados (SEEG-OC, 2024).

Conforme citado anteriormente, as contas públicas aplicadas na presente pesquisa terão como fundamento a classificação orientada pela Portaria nº 42 de 14 de abril de 1999 (BRASIL, 1999), do Ministério de Orçamento e Gestão (MOG), que atualizou a discriminação da despesa por funções de que tratam o inciso I do § 1º do art. 2º e §2º do art. 8º, ambos da Lei nº 4.320, de 17 de março de 1964 (BRASIL, 1964), que estabeleceu os conceitos de função, subfunção,

programa, projeto, atividade e operações especiais. Foi inserida na classificação orçamentária a despesa funcional Gestão ambiental, com suas subfunções. A classificação passaria a vigorar no exercício financeiro de 2000 para União, estados e Distrito Federal. Para os municípios, a classificação entraria em vigor a partir do exercício financeiro de 2002 (QUINTELA, 2016).

Nesse contexto, a Portaria delimitou a função gestão ambiental num conjunto de ações desenvolvidas para a proteção de recursos naturais, monitoramento por meio de levantamento sistemático de dados oceanográficos, meteorológicos, astronômicos e geofísicos, e controle das condições ambientais. Sendo admitida a execução de despesas destinadas à preservação de recursos naturais (SEADE, 2016). Dessa forma, segundo Bueno, Oliana e Borinelli (2013), as funções e subfunções estabelecidas quando da classificação funcional do orçamento público, a função gestão ambiental compreende as subfunções:

- 541 – Preservação e conservação ambiental: compreendem as ações de planejamento, implantação, coordenação e manutenção que visam à defesa da fauna e da flora, a preservação e conservação de áreas e ecossistemas, a proteção de áreas urbanas e rurais contra possíveis danos causados por secas e inundações, bem como a proteção dos solos contra os desgastes ocasionados pelo homem ou pela natureza;
- 542 – Controle ambiental: compreende as ações destinadas a evitar e controlar a poluição das águas, do ar, do solo e sonora;
- 543 – Recuperação de áreas degradadas: compreende as ações que visam aproveitar, para fins urbanos ou rurais, áreas constantemente alagadas ou sujeitas a erosão;
- 544 – Recursos hídricos: compreende as ações que objetivam o planejamento, a coordenação, o controle e a supervisão do aproveitamento e da utilização harmônica de recursos hídricos em múltiplas aplicações; e
- 545 – Meteorologia: compreende as ações que visam a implementação, coordenação e manutenção de órgãos e mecanismos destinados ao estudo das variações climáticas e das condições meteorológicas.

Assim, a investigação empírica sobre a relação entre os gastos públicos estaduais destinados à gestão ambiental e os resultados das emissões de gases de efeito estufa (GEEs) parte da premissa de que o setor público fornece bens e serviços à sociedade e ao setor privado. Isso implica que os serviços públicos, como regulação, fiscalização e pesquisa científica, funcionam como insumos no processo produtivo econômico e social, contribuindo para promover e fortalecer a sustentabilidade. Conforme destacado por Silva e Triches (2014), pretende-se apurar dessa forma que os serviços públicos possuem uma relação potencialmente inversa entre as ações do governo e a emissão de GEEs.

4. ARCABOUÇO METODOLOGICO E BASE DE DADOS

4.1 Estratégia Empírica

O presente estudo aplica o modelo de dados em painel como procedimento metodológico para analisar as interações entre as variáveis socioeconômicas e a emissão de gases do efeito estufa. O modelo econométrico de dados em painel incide na combinação de série temporal e seção cruzada, ou seja, têm-se dados de várias unidades medidas ao longo do tempo.

Segundo Greene (2003), o fundamental progresso dos dados em painel sobre os dados de corte transversal é a mobilidade de modelar diferentes comportamentos dos indivíduos. Portanto, como a presente pesquisa engloba as 26 unidades da federação e o Distrito Federal que possuem grande diversidade socioeconômica, a utilização desse método possibilita tornar constante, ao longo do tempo, características específicas de cada Estado.

Deste modo, a metodologia de dados em painel é bastante discutida na literatura econômica. Detalhar modelo citando (GREENE, 2003; GUJARATI; PORTER, 2011; WOOLDRIDGE, 2016).

A equação 1 tem por objetivo apresentar a relação a ser estimada:

$$Y_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \ln_desp_{i,t} + \beta_2 \cdot \ln_pop_{i,t} + \beta_3 \cdot \ln_pib_{i,t} + \beta_4 \cdot \ln_sup_veg_prim_{i,t} + \beta_5 \cdot \ln_sup_veg_sec_{i,t} + \beta_6 \cdot \ln_ener_com_{i,t} + \beta_7 \cdot \ln_ener_ind_{i,t} + \beta_8 \cdot \ln_ener_res_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

em que todas as variáveis são transformadas em logaritmo, de forma que os coeficientes estimados permitem que sejam interpretados em termos de elasticidade, onde, $Y_{i,t}$, representa a variável dependente de emissão total de gases de efeito estufa ($EMITOT_{i,t}$), emissões da agropecuária ($AGRO_{i,t}$), energia ($ENERGIA_{i,t}$), mudanças de uso da terra e floresta ($TERRA_{i,t}$), dos processos industriais ($INDUSTRIA_{i,t}$) e da geração de resíduos ($RESIDUOS_{i,t}$); Os β_n representam os coeficientes a serem estimados das seguintes variáveis independentes: ($\ln_desp_{i,t}$) o logaritmo natural da despesa estadual na função de gestão ambiental; ($\ln_pop_{i,t}$) o logaritmo natural da população total; ($\ln_pib_{i,t}$) o logaritmo natural do produto interno bruto; ($\ln_sup_veg_prim_{i,t}$) a supressão da vegetação primária em hectares; ($\ln_sup_veg_sec_{i,t}$) a supressão da vegetação secundária em hectares; ($\ln_ener_com_{i,t}$) o logaritmo do consumo final da energia do comércio; ($\ln_ener_ind_{i,t}$) o logaritmo do consumo final da energia da indústria; ($\ln_ener_res_{i,t}$) o logaritmo do consumo final da energia residencial; por fim o $\varepsilon_{i,t}$, que representa o termo de erro do modelo.

Considerando o uso da metodologia de dados em painel, o primeiro passo é a realização dos testes para escolha de qual modelo melhor especifica os dados, ou seja, o modelo pooled, efeitos fixos ou efeitos aleatórios. Para a escolha do modelo mais adequado, consideraram-se os testes de Chow, de Hausman e o de Breusch-Pagan. Sendo assim, os testes de hipóteses serão realizados considerando as estatísticas de testes apresentadas na Tabela 4, abaixo:

Tabela 4 – Teste de escolha de modelo

Teste	Hipóteses	Estatística de Teste
Chow	H_0 : Pooled	Prob > F = 0.0000
	H_1 : Efeitos fixos	
LM de Breusch-Pagan	H_0 : Pooled	Prob > χ^2 = 0.0000
	H_1 : Efeitos aleatórios	
Hausman	H_0 : Efeitos aleatórios	Prob > χ^2 = 0.0000
	H_1 : Efeitos fixos	

Fonte: Elaboração própria dos autores.

4.2 Descrição da Base de Dados

Os dados utilizados para a avaliação da emissão de gases do efeito estufa a nível estadual no Brasil, correspondem basicamente a seis fontes: o Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG-OC) (2024), o Sistema de Informações Contábeis e Fiscais do Setor Público Brasileiro (FINBRA) (2024), do Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil (MAPBIOMAS) (2024), da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) (2023), do Balanço Energético Nacional do Ministério de Minas e Energia (MME) (2024), e dos Censos de Demográficos do IBGE (IBGE) (2023). Todas as informações correspondem ao intervalo entre os anos de 2013 e 2022 para as 26 unidades da federação mais o Distrito Federal. A Tabela 2 fornece as variáveis selecionadas para a formulação do modelo. A amostra das unidades da federação será composta por 270 observações.

Os dados utilizados foram tratados quantitativamente, subsidiando a elaboração da base de dados. Para a extração das estatísticas descritivas, elaboração de tabelas, gráficos, mapas e inferências causais da pesquisa, foram utilizados os *softwares Microsoft Excel 365* (MICROSOFT CORPORATION, 2023) e o *RStudio* (R CORE TEAM, 2023).

Tabela 2 – Variáveis utilizadas da elaboração da base de dados

Variáveis	Descrição	Período	Fonte
<i>ANO (Ano)</i>	Exercício Orçamentário	2013 a 2022	-
<i>EMITOT (T)</i>	Emissão Total de Gases do Efeito Estufa	2013 a 2022	SEEG - OC
<i>AGRO (T)</i>	Emissão de Gases da Agropecuária (em atividades de produção animal, vegetal e manejo de solos)	2013 a 2022	SEEG - OC
<i>ENERGIA (T)</i>	Emissão de Gases do Setor de Energia (em decorrência da produção e consumo de energia)	2013 a 2022	SEEG - OC
<i>TERRA (T)</i>	Emissão de Gases de Mudanças e Uso da Terra e da queima de resíduos florestais	2013 a 2022	SEEG - OC
<i>INDUSTRIA (T)</i>	Emissão de Gases de Processos Industriais (transformação físico-química de materiais)	2013 a 2022	SEEG - OC
<i>RESIDUOS (T)</i>	Emissão de Gases dos Resíduos (em gestão de resíduos sólidos e tratamento de efluentes líquidos)	2013 a 2022	SEEG - OC
<i>DESP (R\$)</i>	Despesas da Função de Gestão Ambiental	2013 a 2022	FINBRA/SICONFI
<i>PIB (R\$)</i>	Produto Interno Bruto Municipal <i>per Capita</i>	2013 a 2022	IBGE
<i>POP (Unidade)</i>	População Total	2013 a 2022	IBGE
<i>SUP_VEG_PRIM (ha)</i>	Supressão de Vegetação Primária	2013 a 2022	MAPBIOMAS
<i>SUP_VEG_SEC (ha)</i>	Supressão de Vegetação Secundária	2013 a 2022	MAPBIOMAS
<i>ENER_COM (MWh)</i>	Consumo final de energia do comércio	2013 a 2022	MME
<i>ENER_IND (MWh)</i>	Consumo final de energia da indústria	2013 a 2022	MME
<i>ENER_RES (MWh)</i>	Consumo final de energia residencial	2013 a 2022	MME

Fonte: Elaboração própria dos autores.

Considerando o objetivo da pesquisa, além da variável dependente principal, a Emissão total de gases de efeito estufa ($EMITOT_{i,t}$), também realizar-se-á as estimações estratificadas pelas emissões da agropecuária ($AGRO_{i,t}$), energia ($ENERGIA_{i,t}$), mudanças de uso da terra e floresta ($TERRA_{i,t}$), dos processos industriais ($INDUSTRIA_{i,t}$) e da geração de resíduos ($RESIDUOS_{i,t}$), todas descritas pela totalização dos gases em dióxido de carbono equivalente ou *global temperature change potential* (GTP) na 6th versão do *Assessment Report The Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC).

Assim, para revelar o perfil da emissão dos GEE, dessa forma, realizar a avaliação proposta na presente pesquisa, selecionou-se as seguintes variáveis explicativas para a estimação do modelo do presente estudo:

- Despesa estadual na função de gestão ambiental ($DESP_{i,t}$), refere-se o maior nível de agregação das diversas áreas de despesa que competem ao setor público em R\$ (BRASIL, 1999), sendo essa a principal variável de interesse;
- Produto Interno Bruto Estadual *per capita* ($PIB_{i,t}$), em forma de logaritmo natural. No entanto, considerando que esses dados estão disponíveis apenas até 2021, adotou-se uma abordagem aproximada para estimar os resultados para o ano de 2022, convertido para logaritmo natural (IBGE, 2023b);
- População total ($POP_{i,t}$), utilizou-se os dados as informações dos Censos demográficos do IBGE de 2010 e 2022, enquanto, para os demais anos, foram utilizadas as estimativas populacionais publicadas pelo citado Instituto, convertida para logaritmo natural (IBGE, 2023a);
- Supressão de vegetação primária ($SUP_VEG_PRIM_{i,t}$), refere-se à área de vegetação natural original que sofreu intervenção significativa por ações humanas ou naturais, em logaritmo natural (MAPBIOMAS, 2024);

- e) Supressão de vegetação secundária ($SUP_VEG_SEC_{i,t}$), refere-se à área de vegetação anteriormente desmatadas, degradadas ou perturbadas pela ação humana, como incêndios ou outras ações antrópicas, em logaritmo natural (MAPBIOMAS, 2024);
- f) Consumo de energia do comércio ($ENER_COM_{i,t}$) em MWh, convertida para logaritmo natural (MME, 2024);
- g) Consumo de energia da indústria ($ENER_IND_{i,t}$) em MWh, convertida para logaritmo natural (MME, 2024); e
- h) Consumo de energia residencial ($ENER_RES_{i,t}$) em MWh, convertida para logaritmo natural (MME, 2024).

A Tabela 3 encarrega-se de apresentar as estatísticas descritivas para as variáveis selecionadas para a estimação do painel:

Tabela 3 – Estatísticas Descritivas das variáveis selecionadas (2013 – 2022)

Dimensão	Variável	Média	Desvio-Padrão	Mínimo	Máximo
Período	<i>ANO</i>	2017,5	2,87	2013	2022
Emissões de Gases do Efeito Estufa	<i>EMITOT (T)</i>	60786726,59	69410322,30	1795640,70	488404751,40
	<i>AGRO (T)</i>	7894648,13	8461460,21	211593,08	39016699,89
	<i>ENERGIA (T)</i>	14034151,04	17728067,69	520516,63	96076085,85
	<i>TERRA (T)</i>	35862910,78	62681825,31	110737,25	459448261,20
	<i>INDUSTRIA (T)</i>	2618912,09	5127258,25	21121,01	25594049,19
Execução Orçamentária	<i>RESIDUOS (T)</i>	715593,14	785704,10	53852,27	3835604,13
	<i>DESP (R\$)</i>	182622560,30	327021510,20	1200154,48	2810839354,00
Geografia	<i>PIB per capita (R\$)</i>	37784,32	19556,20	16392,13	111507,64
	<i>POP (Unidade)</i>	7679945,95	8981299,26	488072,00	46649132,00
Desmatamento	<i>SUP_VEG_PRIM (ha)</i>	59892,39	90261,68	93,06	677947,44
	<i>SUP_VEG_SEC (ha)</i>	20187,01	27069,15	96,52	140081,83
Consumo Final Energia Elétrica	<i>ENER_COM (MWh)</i>	3271440,22	5436302,23	155999,00	29594544,00
	<i>ENER_IND (MWh)</i>	6418995,05	10611506,58	18060,00	55550416,00
	<i>ENER_RES (MWh)</i>	5137727,52	7614249,13	357092,00	42519487,97

Fonte: Elaboração própria dos autores.

Os valores monetários são considerados em valores constantes, a preços de 2022, deflacionados pelo Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), calculado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

A estrutura dos dados, portanto, na forma como é apresentada, caracteriza uma análise com dados em forma de painel, com 10 unidades temporais e 27 unidades *cross section*, compreendendo, 270 observações, entre 2013 e 2022. A escolha do intervalo justifica-se pela alteração das funções programáticas³ previstas na estrutura orçamentária pela disponibilização do SICONFI.

A Tabela 3 apresenta estatísticas descritivas relacionadas à emissão de gases de efeito estufa, execução orçamentária, geografia, desmatamento e consumo final de energia elétrica entre os anos de 2013 e 2022. Observa-se que, em média, as emissões totais de GEEs apresentam uma média de 60.786.726,59 toneladas CO_2eq , destacando-se as emissões relacionadas ao setor de uso da terra, com média de 35.862.910,78 toneladas CO_2eq . Em relação à execução orçamentária, a média foi de R\$ 182.622.560,30, retratando as despesas públicas realizados pelos Estados e Distrito Federal para lidar com questões ambientais. No contexto geográfico, o PIB *per capita* médio foi de 37.784,32 e a população média foi de 7.679.945,95 habitantes. Quanto ao desmatamento, as áreas médias supressão de vegetação primária e secundária foram de

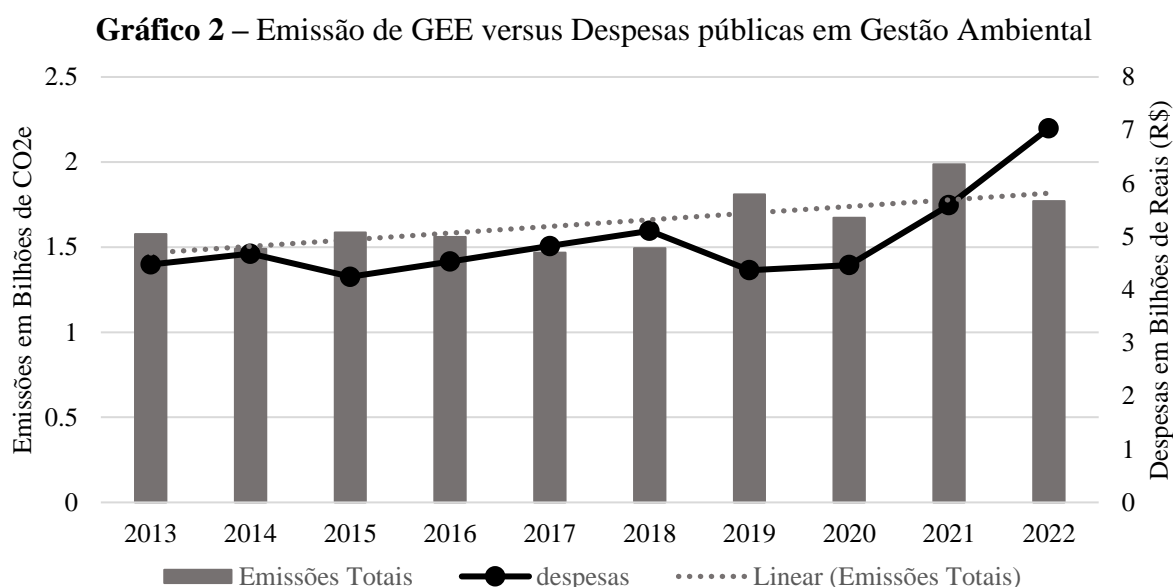
³ Em função da padronização de publicação, optou-se utilizar apenas os dados disponibilizados pelos Estados no SICONFI em detrimento aos dados do FINBRA que estão disponíveis entre 1989 e 2012.

59.892,39 hectares e 20.187,01 hectares, respectivamente. Por fim, o consumo final médio de energia elétrica para os setores comercial, industrial e residencial foi de 3.271.440,22 MWh, 6.418.995,05 MWh e 5.137.727,52 MWh, respectivamente. Esses dados fornecem uma visão abrangente das dinâmicas ambientais e econômicas relacionadas às emissões de GEEs pelos estados brasileiros no período analisado.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção, são apresentados e discutidos os principais resultados encontrados a partir do tratamento proposto para base de dados.

Neste contexto com base no Gráfico 2, é possível observar o comportamento da emissão de GEEs no período de 2013 a 2022, no Brasil em contraposição ao comportamento da variável de despesa pública em gestão ambiental, que representa o compromisso orçamentário dos estados brasileiros com as políticas de mudanças climáticas:



Fonte: Elaboração própria dos autores.

As variáveis em questão se comportam, mesmo que de forma suave de maneira oposta, em termos de tendência temporal. Há uma leve tendência do crescimento das emissões de CO_2eq acumuladas das unidades federativas entre 2013 e 2022, todavia o Gráfico permite verificar que nos eventos de redução das despesas há um aumento das emissões, conforme apurado em 2015. De forma análoga também é possível verificar que com o aumento das despesas em gestão ambiental há uma redução das emissões, conforme verificado no ano de 2022.

Seguindo a proposta apresentada na seção de metodologia, na Tabela 5 tem por objeto apresentar as estatísticas de testes Chow, de Hausman e o de Breusch-Pagan para a definição do modelo ideal a ser estimado:

Tabela 5 – P-Value dos Testes de Chow, LM de Breusch-Pagan e Hausman⁴

Teste	$EMITOT_{i,t}$	$AGRO_{i,t}$	$ENERGIA_{i,t}$	$TERRA_{i,t}$	$INDUSTRIA_{i,t}$	$RESIDUOS_{i,t}$
Chow	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
BP Test	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Hausman	-	0.9014	0.0000	0.9762	0.2748	0.8519

Fonte: Elaboração própria dos autores.

⁴ Teste de Chow: H_0 (MQO melhor método de estimação); H_1 (EF melhor); Teste LM de Breusch-Pagan: H_0 (MQO melhor); H_1 (EA melhor); Teste de Hausman: H_0 (EA melhor); H_1 (EF melhor).

Dado as estatísticas dos testes na Tabela acima, todos foram estatisticamente significativos, assim, o modelo de efeitos fixos se apresentou o mais adequado para ser aplicado aos dados, como já era previsto anteriormente pelo alto grau de heterogeneidade dos dados apresentados na Tabela 6. A partir de então, com os testes realizados para verificar a presença de autocorrelação e heterocedasticidade no modelo, foi constatada a presença de ambos, e a correção dos mesmos foram realizadas. Assim, a Tabela 6 encarregasse de apresentar os resultados da estimação via modelo de efeitos fixos de forma robusta:

Tabela 6 – Resultados da regressão de dados em painel pelo modelo de efeitos fixos

Variável	<i>EMITOT</i> _{<i>i,t</i>}	<i>AGRO</i> _{<i>i,t</i>}	<i>ENERGIA</i> _{<i>i,t</i>}	<i>TERRA</i> _{<i>i,t</i>}	<i>INDUSTRIA</i> _{<i>i,t</i>}	<i>RESIDUOS</i> _{<i>i,t</i>}
<i>ln_desp</i> _{<i>i,t</i>}	-0.0060 (0.0189)	0.0050 (0.0087)	0.0066 (0.0232)	0.0006 (0.0277)	-0.1032* (0.0505)	-0.0031 (0.0061)
<i>ln_pop</i> _{<i>i,t</i>}	1.1082** (0.3376)	0.5920*** (0.1556)	2.0411*** (0.4143)	1.7243*** (0.4934)	-2.8786* (1.3678)	0.6329*** (0.1101)
<i>ln_pib</i> _{<i>i,t</i>}	0.3609** (0.1172)	0.3388*** (0.0540)	0.9933*** (0.1438)	0.2511 (0.1713)	0.6114* (0.3098)	-0.0915* (0.0382)
<i>ln_sup_veg_prim</i> _{<i>i,t</i>}	0.3024*** (0.0262)	0.003 (0.0120)	-0.0298 (0.0321)	0.5600*** (0.0383)	0.1330 (0.0688)	0.0014 (0.0085)
<i>ln_sup_veg_sec</i> _{<i>i,t</i>}	0.0365 (0.0232)	-0.0111 (0.0107)	0.0520 (0.0285)	0.2307*** (0.0340)	0.0287 (0.0644)	-0.0096 (0.0075)
<i>ln_ener_com</i> _{<i>i,t</i>}	0.4233** (0.1566)	-0.1115 (0.0722)	0.6878*** (0.1922)	0.7207** (0.2289)	-0.9858* (0.4287)	-0.0879 (0.0511)
<i>ln_ener_ind</i> _{<i>i,t</i>}	-0.1174* (0.046)	-0.0417 (0.0212)	-0.2173*** (0.0566)	-0.1602* (0.0674)	0.7972*** (0.1299)	0.0399** (0.0150)
<i>ln_ener_res</i> _{<i>i,t</i>}	-0.3284* (0.1281)	0.3085*** (0.0590)	-0.8022*** (0.1572)	-1.1207*** (0.1872)	0.3380 (0.3958)	0.3939*** (0.0417)
Controle por Região	<i>yes</i>	<i>yes</i>	<i>yes</i>	<i>yes</i>	<i>yes</i>	<i>yes</i>
Observações	243	243	243	243	212	243
R ² ajustado	0.6095	0.5146	0.2894	0.7812	0.3067	0.6969

Legenda: * = 10%; ** = 5%; *** = 1%; () Desvio-Padrão.

Fonte: Elaboração própria do autor.

De acordo com Wooldridge (2016), um R-quadrado aparentemente baixo não indica, necessariamente, que uma equação de regressão não esteja bem ajustada. O uso do R-quadrado como o principal padrão de medida de sucesso de uma análise econométrica pode levar a confusões, principalmente para análises com dados em painel.

Numa análise sistemática, as despesas em gestão ambiental não foram estatisticamente significativas a pelo menos 1% para explicar nenhum dos modelos. As principais variáveis com poder de explicação das emissões de GEE foram a população, PIB *per capita*, a supressão da vegetação primária e secundária, e o consumo final de energia do comércio, indústria e das residências.

Desta forma, podemos concluir com base na Tabela 6, que as emissões totais de GEEs são influenciadas principalmente população, PIB *per capita*, a supressão da vegetação primária e o consumo final de energia do comércio. Em termos de elasticidade, um aumento de 1% na *ln_pop*_{*i,t*} resultará em um aumento de 1,1082% nas emissões totais, mantendo todas as outras variáveis constantes. Da mesma forma, um aumento de 1% no *ln_pib*_{*i,t*} resultará num aumento de 0,3609% nas emissões. Por fim, o acréscimo de 1% de supressão vegetal primária ocasionará um acréscimo de 0,3024% nas emissões totais.

As emissões gases da agropecuário, decorrentes das atividades de produção animal, vegetal e manejo de solos, apresentaram coeficientes significativos a pelo menos 1% para as variáveis população, PIB *per capita* e consumo final de energia residencial. Um aumento de 1% da população resulta em um aumento de 0,5920 % nas emissões de *CO₂eq* do setor. Em relação

ao PIB *per capita*, um acréscimo de 1% resulta em um aumento de 0,3388% nas emissões, enquanto um aumento de 1% no consumo de energia elétrica residencial está associado a um aumento de 0,3085% nas emissões da agropecuária.

As emissões de gases do setor de energia, decorrentes da produção e consumo de energia, apresentam resultados significativos a pelo menos 1% para as variáveis população, PIB *per capita*, e consumo final de energia comercial, industrial e residencial. Um aumento de 1% da população resulta em uma elevação de 2,0411% nas emissões de CO_2eq do setor de energia. Em relação ao PIB *per capita*, a adição de 1% resulta em um aumento de 0,9933% nas emissões, enquanto o aumento de 1% do consumo de energia elétrica do comércio corresponde a um aumento de 0,6878% das emissões do setor de energia. Em contraposição, aumento de 1% do consumo de energia elétrica da indústria e residencial, acarretam numa redução de 0,2173% e 0,8022%, respectivamente.

As emissões de gases de mudanças e uso da terra e da queima de resíduos florestais apresentaram resultados significativos a pelo menos 1% para as variáveis população, supressão da vegetação primária e secundária, seguidas do consumo final de energia e residencial. Um aumento de 1% da população causa uma elevação de 1,7243% nas emissões de CO_2eq do setor. As emissões do setor estão influenciadas diretamente pelas atividades de desmatamento, sendo que um aumento de 1% da supressão vegetal primária acarreta uma elevação de 0,5600% nas emissões de CO_2eq do setor, enquanto o acréscimo de 1% na supressão vegetal secundária acarretará um aumento de 0,2307% nas emissões do uso da terra.

As emissões de gases de processos industriais, ou seja, aquelas decorrentes da transformação físico-química de materiais, apresentou resultados significativos a pelo menos 1% para apenas para a variável consumo final de energia da industrial, quando a elevação de 1% do consumo final influencia no aumento de 0,7972% das emissões do setor.

Por fim, as emissões gases dos resíduos, aquelas decorrentes da gestão de resíduos sólidos e tratamento de efluentes líquidos, são significativamente afetadas a pelo menos 1% para as variáveis população e consumo final de energia residencial.

Pela probabilidade F, rejeita-se a hipótese nula de que todos os coeficientes são estatisticamente iguais à zero, ou seja, os modelos executados foram estatisticamente significativos de forma conjunta com todas as variáveis.

Com base dos resultados, revela-se que num contexto de restrição ou alocação ineficiente de recursos públicas, é notável que os gastos ambientais, por não serem em alguns casos vinculados, tendem a ser reduzidos para atender às metas de equilíbrio orçamentário e fiscal, entre outros objetivos. Isso levanta preocupações sobre possíveis lacunas analíticas relacionadas à coleta de informações e à pesquisa estrutural sobre o estado do meio ambiente nacional, especialmente em termos de fiscalização e a contenção de ações que coloquem em risco o meio ambiente. Embora não conclusivo, acredita-se que este estudo possa contribuir para a discussão sobre o papel do setor público diante das demandas ambientais.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta da presente pesquisa buscou contribuir com as discussões em torno das ações para a preservação do meio ambiente, em função das mudanças climáticas no contexto brasileiro. Neste trabalho, investigou-se o comportamento e a existência de correlações entre os esforços orçamentários dos estados brasileiros com a gestão ambiental, *versus* a emissão de GEEs em termos totais e por atividade econômica. Especificamente, buscou-se avaliar a emissão de gases de efeito estufa por setor (agropecuária, mudanças de uso da terra, energia, processos industriais e resíduos) e identificar possíveis relações entre o orçamento governamental e as emissões de gases de efeito estufa no período de 2013 a 2023.

Os resultados atenderam parte das expectativas ao refutarem parte das suposições e das expectativas estabelecidas acerca das relações de determinação sobre a emissão de GEEs, principalmente em relação à supressão da vegetação e em relação ao consumo final de energia elétrica. Chamou a atenção a ausência de relação, entre as despesas da função orçamentária em

gestão ambiental e a emissão de CO_2eq . Assim, as evidências estatísticas apontam que a alocação de recursos a nível estadual para o período analisado foi insuficiente para conter o crescimento das emissões de GEEs.

Potenciais razões podem estar ligadas à formulação de estratégias, à implementação de políticas e aos critérios determinantes ao direcionamento dos recursos públicos para questões ambientais pelos gestores públicos no Brasil, frequentemente estabelecidos de maneira apenas incremental ou como parte do discurso político.

No contexto de restrição de despesas públicas, é notável que os gastos ambientais, por não serem em muitos dos casos vinculativos a um fundo exclusivo, tendem a ser drasticamente reduzidos para atender às metas de *superávit* orçamentário, entre outros objetivos. Isso levanta preocupações sobre possíveis lacunas analíticas relacionadas à coleta de informações e à pesquisa estrutural sobre o estado do meio ambiente nacional, especialmente em termos de fiscalização e melhoria da infraestrutura ambiental e produtiva do país. Embora não conclusivo, em função da aglomeração das informações a nível estadual, acredita-se que este estudo contribua para a discussão sobre o papel do setor público diante das demandas ambientais.

Dessa forma, pretende-se com esta pesquisa, destacar os desafios enfrentados no direcionamento de planos e políticas exclusivas de gestão ambiental, bem como indicar que os recursos destinados ao custeio e investimento em ações de gestão ambiental, considerando que os dados estaduais entre 2013 e 2022 foram insuficientes para conter o crescimento das emissões de gases de efeito estufa (GEE). Espera-se, portanto, que este estudo possa auxiliar como referência para orientar a atualização de planos existentes e a elaboração de políticas específicas que incluam despesas exclusivas nos orçamentos e planos setoriais na gestão pública de meio ambiente.

Em pesquisas futuras, pretende-se refinar os dados para o nível municipal, além de ampliar os recursos classificados diretamente na função de gestão ambiental para outras funções, pois acredita-se que recursos destinados às funções ciência e tecnologia, saneamento, agricultura, energia, educação e transporte possam ter efeitos significativos sobre os indicadores ambientais.

REFERÊNCIAS

- ARIA, M.; CUCCURULLO, C. bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. **Journal of Informetrics**, v. 11, n. 4, p. 959–975, nov. 2017.
- BRASIL. **Lei n.º 4.320, de 17 de março de 1964. Diário Oficial da União**, 1964. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/14320.htm>. Acesso em: 14 set. 2023
- BRASIL. **Portaria n.º 42, de 14 de abril de 1999. Diário Oficial da União**. Brasil, 1999.
- BRASIL. **Plano Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC)**. Brasil: [s.n.]. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/estruturas/smcq_climaticas/_arquivos/plano_nacional_mudanca_clima.pdf>. Acesso em: 3 maio. 2024.
- BRASIL. **Lei n.º 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Diário Oficial da União**. Brasil, 2009.
- BRASIL. **Decreto n.º 7.390, de 9 de dezembro de 2010. Diário Oficial da União**. Brasil, 2010.
- BRASIL. **Decreto n.º 9.578, de 22 de novembro de 2018. Diário Oficial da União**. Brasil, 22 nov. 2018.
- BUCHANAN, J. M.; MUSGRAVE, R. A. The Theory of Public Finance. **Southern Economic Journal**, v. 26, n. 3, p. 234, jan. 1960.
- BUENO, W.; OLIANA, F.; BORINELLI, B. O Estudo do Gasto Público em Meio Ambiente. **Economia & Região**, v. 1, n. 1, p. 118, 15 maio 2013.
- CÂMARA DOS DEPUTADOS. **Instrumentos de Planejamento e Orçamento**. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/orcamento-da-uniao/cidadao/entenda/cursopo/planejamento>>. Acesso em: 20 ago. 2023.

- COLM, G.; MUSGRAVE, R. A. The Theory of Public Finance: A Study in Public Economy. **The Journal of Finance**, v. 15, n. 1, 1960.
- COSTA, D. J. et al. Padrões Regionais e Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE): uma análise para os municípios da Amazônia Legal. In: **XIX Encontro Nacional da Associação Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos? XIX ENABER**, 2021.
- COX, P. M. et al. Acceleration of global warming due to carbon-cycle feedbacks in a coupled climate model. **Nature**, v. 408, n. 6809, 2000.
- DA CUNHA, D. A.; DOS REIS, D. I. EFEITOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO SETOR AGRÍCOLA DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Revista de Economia e Agronegócio**, v. 10, n. 3, 3 jun. 2015.
- ESQUIVEL-MUELBERT, A. et al. Compositional response of Amazon forests to climate change. **Global Change Biology**, v. 25, n. 1, 2019.
- FAN, W. et al. Driving factors of CO2 emission inequality in China: The role of government expenditure. **China Economic Review**, v. 64, 2020.
- FEARNSIDE, P. M. **Greenhouse gases from deforestation in Brazilian Amazonia: Net committed emissions**. **Climatic Change**, 1997.
- FIAZ, A. et al. Exchange rate misalignment: A systematic literature review based on citation and content analysis. **OPEC Energy Review**, v. 47, n. 3, p. 176–196, 3 set. 2023.
- FLORES-SOSA, M.; AVILÉS-OCHOA, E.; MERIGÓ, J. M. Exchange rate and volatility: A bibliometric review. **International Journal of Finance & Economics**, v. 27, n. 1, p. 1419–1442, 3 jan. 2022.
- GADELHA, S. R. DE B. Entendendo o Orçamento Público. **ENAP**, 2017.
- GIACOMONI, J. **Orçamento público**. 18. ed. São Paulo, 2022.
- GRANGER, C. W. J. Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-spectral Methods. **Econometrica**, v. 37, n. 3, p. 424, ago. 1969.
- GREENE, W. H. **Econometric Analysis**. 5Th. ed. New York: Pearson Education India, 2003.
- GUJARATI, D. N.; PORTER, D. C. **Econometria Básica**. 5º ed., 2011.
- IBGE. **Censo Demográfico**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/22827-censo-demografico-2022.html?edicao=35938>>. Acesso em: 20 ago. 2023a.
- IBGE. **Downloads | IBGE**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/downloads-estatisticas.html>>. Acesso em: 29 out. 2023b.
- INPE. **PRODES - Monitoramento do Desmatamento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite**. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes#:~:text=O%20projeto%20PRODES%20realiza%20o,o%20estabelecimento%20de%20pol%C3%ADticas%20p%C3%ABlicas.>>. Acesso em: 3 maio. 2024.
- IPCC. **Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas - WRI Brasil**. Disponível em: <<https://www.wribrasil.org.br/>>. Acesso em: 3 maio. 2024.
- KWAKWA, P. A. The effect of industrialization, militarization, and government expenditure on carbon dioxide emissions in Ghana. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 29, n. 56, 2022.
- LIU, L. L.; FENG, T. T.; KONG, J. J. Can carbon trading policy and local public expenditures synergize to promote carbon emission reduction in the power industry? **Resources, Conservation and Recycling**, v. 188, 2023.
- LIU, Z.; ABU HATAB, A. Assessing stakeholder engagement in public spending, green finance and sustainable economic recovery in the highest emitting economies. **Economic Change and Restructuring**, v. 56, n. 5, 2023.

MAPBIOMAS. **Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil (MapBiomias)**.

MICROSOFT CORPORATION. **Microsoft Office 365**. Redmond, Washington, USA, 2023. Disponível em: <<https://www.microsoft.com/pt-br/microsoft-365>>. Acesso em: 13 ago. 2023

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Balanco Energético Nacional do Ministério de Minas e Energia**.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Política Nacional sobre Mudança do Clima**.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO BRASILEIRO. **Relação Anual de Informações Sociais**.

OBSERVATÓRIO DO CLIMA. **Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG)**.

PARÁ. **Lei n.º 9.781, de 27 de dezembro de 2022**. **Diário Oficial do Estado do Pará**Brasil, 27 dez. 2022.

QUINTELA, M. C. DE A. Investimentos em gestão ambiental versus redução de emissões de gases de efeito estufa: relações e causalidades no Brasil. **Cadernos de Finanças Públicas - ENAP**, 16 dez. 2016.

QUINTELA, M. C. DE A.; ALVES DA SILVA, J. M.; GOMES, M. F. M. **Qualidade do Gasto Público Estadual no Brasil**. 1. ed. [s.l.] Novas Edições Acadêmicas, 2014.

R CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. Vienna, Austria. R Foundation for Statistical Computing, 2023. Disponível em: <<https://www.R-project.org/>>. Acesso em: 13 ago. 2023

SÃO PAULO. **Lei n.º 13.798, de 09 de novembro de 2009**. Assessoria Técnico-Legislativa do Estado de São Paulo. Brasil, 9 nov. 2009.

SEADE. **Conjunto de Informações em Linguagem Simples e Clara dos Itens que compõem o Orçamento Público Estadual**. Disponível em: <<https://www.governoaberto.sp.gov.br/publicacoes/despesas-elementos/>>. Acesso em: 30 abr. 2024.

SIDDIQUI, T. A. et al. The Relationship between Oil Prices and Exchange Rate: A Systematic Literature Review. **International Journal of Energy Economics and Policy**, v. 13, n. 3, p. 566–578, 17 maio 2023.

SILVA, S. S. DA; TRICHES, D. Uma Nota Sobre Efeitos de Gastos Públicos Federais Sobre o Crescimento da Economia Brasileira. **Revista Brasileira de Economia**, v. 68, n. 4, p. 547–559, dez. 2014.

STN. **Apresentação do SICONFI**. Disponível em: <<https://siconfi.tesouro.gov.br/siconfi/pages/public/conteudo/conteudo.jsf?id=21>>. Acesso em: 7 out. 2023.

TOZATO, H. DE C. et al. **Abordagens Metodológicas para a Identificação dos Gastos com Mudança do Clima: desafios para o Brasil**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://www12.senado.leg.br/orcamento/legislacao-orientatoria>>. Acesso em: 3 maio. 2024.

WOOLDRIDGE, J. M. **Introdução à Econometria: uma abordagem moderna**. 3º ed. São Paulo, 2016.

XING, L.; LI, J.; YU, Z. Green Finance Strategies for the Zero-Carbon Mechanism: Public Spending as New Determinants of Sustainable Development. **Frontiers in Environmental Science**, v. 10, 2022.

ZUPIC, I.; ČATER, T. Bibliometric Methods in Management and Organization. **Organizational Research Methods**, v. 18, n. 3, p. 429–472, 22 jul. 2015.