

COMPATIBILIZAÇÃO DE EMISSÕES SETORIAIS DE GEE À MATRIZ INSUMO-PRODUTO BRASILEIRA: UMA ANÁLISE INTEGRADA PARA AVALIAÇÃO DE POLÍTICAS DE DESCARBONIZAÇÃO

Pesquisador responsável: Dr. Pedro Gilberto Cavalcante Filho
Unidade CNPEM: Laboratório Nacional de Biorrenováveis (Grupo de Sustentabilidade)

Introdução

O avanço dos compromissos climáticos brasileiros tem intensificado a necessidade de instrumentos econômicos e analíticos capazes de subsidiar políticas públicas e decisões de investimento para descarbonização. Nesse contexto, a instituição da Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), por meio da Lei nº 12.187/2009, e, mais recentemente, do Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SBCE), pela Lei nº 15.042/2024, representam um marco na consolidação de um arcabouço regulatório voltado à redução de emissões no país. O SBCE, em particular, estabelece mecanismos de monitoramento, reporte e verificação de emissões, além de impor obrigações regulatórias a agentes econômicos com diferentes níveis de emissão, reforçando a demanda por informações consistentes e desagregadas sobre emissões setoriais (Brasil, 2024).

O setor energético é a maior fonte mundial de emissões de GEE, representando 73,2% do total, seguido pela agricultura e mudanças no uso da terra (18,4%), processos industriais (5,2%) e gestão de resíduos (3,2%) (Ritchie, 2020). O Brasil apresenta um perfil distinto, com o setor energético respondendo por apenas 20,5% das emissões nacionais. Em contrapartida, as mudanças no uso da terra e a agricultura são as principais fontes, representando 39,5% e 30,5% do total de emissões, respectivamente (MCTI, 2026). Com base nessas evidências, é plausível sugerir que as estratégias aplicadas no Brasil devam diferir daquelas adotadas em nível global. Esse padrão reforça a necessidade de abordagens analíticas capazes de captar as inter-relações entre atividades econômicas e impactos ambientais.

A Matriz Insumo-Produto (MIP), elaborada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) a partir das Tabelas de Recursos e Usos (TRU), constitui um dos principais instrumentos para a análise sistêmica dessas interdependências. Ao representar os fluxos intersetoriais da economia, a MIP permite mensurar, de forma integrada, impactos socioeconômicos como emprego, renda e arrecadação ao longo das cadeias produtivas, considerando efeitos diretos e indiretos (Miller; Blair, 2012).

A MIP também pode ser estendida para avaliar impactos ambientais como uso de energia, uso da terra e emissões de carbono. Entretanto, a incorporação de indicadores ambientais à estrutura da MIP enfrenta uma limitação central: a ausência de bases de dados plenamente compatíveis com a classificação setorial do IBGE. As principais fontes de dados de emissões no Brasil, como o Sistema de Registro Nacional de Emissões (SIRENE) e o Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG), adotam classificações e níveis de agregação distintos, o que dificulta sua integração consistente com as MIP. Essa lacuna compromete a precisão de análises que buscam avaliar, de forma integrada, os impactos econômicos e ambientais de políticas de descarbonização.

Diante desse contexto, este projeto tem como objetivo compatibilizar as bases de dados de emissões setoriais com a estrutura de 68 setores econômicos do IBGE, contribuindo para o aprimoramento metodológico de análises insumo-produto ambientalmente estendidas no Brasil. Ao reduzir inconsistências entre bases de dados e ampliar a capacidade analítica da MIP, espera-se fornecer subsídios mais robustos para a avaliação de políticas públicas voltadas à transição para uma economia de baixo carbono.

Estado da Arte

A literatura sobre análise integrada entre economia e meio ambiente tem avançado significativamente com o uso de Matrizes Insumo-Produto (MIP) ambientalmente estendidas, que permitem incorporar indicadores como emissões de gases de efeito estufa (GEE) às estruturas produtivas. Trabalhos clássicos, como Miller; Blair, (2012), consolidam a base metodológica dessa

abordagem, amplamente aplicada em estudos internacionais para avaliar impactos diretos e indiretos de políticas ambientais e energéticas. No contexto brasileiro, observa-se aplicações que utilizam a MIP para analisar emissões de carbono, uso de energia e mudanças no uso da terra, especialmente em setores como energia e agropecuária (Montoya et al., 2016). Essas abordagens têm se mostrado particularmente relevantes para a avaliação de estratégias de descarbonização, incluindo a expansão de biocombustíveis e a transição energética.

Entretanto, a maior parte dos estudos que integram a abordagem de insumo-produto às emissões de GEE foi desenvolvida em meados da década de 2010, período em que a estrutura setorial do IBGE era mais agregada (cerca de 56 setores). Como consequência, essas análises tendem a capturar de forma limitada a heterogeneidade produtiva e tecnológica da economia brasileira. Além disso, permanecem escassos os trabalhos que realizam uma harmonização sistemática entre bases de dados ambientais e econômicas em níveis mais desagregados. Nesse contexto, este projeto contribui para o avanço do estado da arte ao propor uma estratégia de compatibilização das emissões de GEE com a estrutura atual de 68 setores do IBGE, permitindo o aprimoramento de modelos insumo-produto ambientalmente estendidos e ampliando a capacidade analítica para a avaliação de políticas de descarbonização no Brasil.

Objetivos

O objetivo geral deste projeto é estruturar e compatibilizar uma base de dados de emissões de gases de efeito estufa (GEE) em nível setorial, integrada à classificação de 68 setores das Tabelas de Recursos e Usos (TRU) do IBGE, de modo a viabilizar análises econômico-ambientais consistentes.

Como objetivos específicos, o projeto busca:

- Compatibilizar os dados de emissões de GEE provenientes de diferentes bases com a desagregação setorial das TRU do IBGE (68 setores);
- Identificar os setores com maior intensidade e volume de emissões de GEE na economia brasileira;
- Estimar coeficientes setoriais de emissões de GEE, relacionando emissões ao nível de atividade econômica;
- Avaliar os impactos socioeconômicos e ambientais associados à substituição de combustíveis fósseis por biocombustíveis, a partir de uma abordagem insumo-produto.

Metodologia

A metodologia deste projeto possui caráter descritivo e exploratório, fundamentando-se na integração e análise de bases de dados secundárias de acesso público. Serão utilizadas informações de emissões de GEE provenientes do Sistema de Registro Nacional de Emissões (SIRENE) e do Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG), além das Tabelas de Recursos e Usos (TRU) do IBGE.

Inicialmente, será realizada a harmonização das diferentes classificações setoriais presentes nas bases de dados, de modo a compatibilizá-las com a estrutura de 68 setores do IBGE. Esse processo envolverá a construção de correspondências (matrizes de conversão) entre os setores das diferentes bases, respeitando seus níveis de agregação e definições conceituais.

Na etapa seguinte, serão estimados coeficientes setoriais de emissões de GEE, obtidos pela razão entre emissões e variáveis econômicas, como produção ou valor adicionado. Esses coeficientes serão incorporados a uma estrutura de Matriz Insumo-Produto, permitindo a construção de um modelo ambientalmente estendido.

Por fim, o modelo será utilizado para simular cenários de substituição de combustíveis fósseis por biocombustíveis, possibilitando a avaliação dos impactos diretos e indiretos sobre variáveis socioeconômicas (como produção, emprego e renda) e ambientais (emissões de GEE).

Cronograma de atividades

Tabela 1 – Cronograma de execução de atividades do projeto PIBIC 2026-2027.

Atividades	set/26	out/26	nov/26	dez/26	jan/27	fev/27	mar/27	abr/27	mai/27	jun/27	jul/27	ago/27	out/27	dez/27
Levantamento e sistematização de dados														
Análise das classificações setoriais														
Construção de matriz de compatibilização setorial														
Alocação das emissões aos setores econômicos														
Escrita do relatório semestral														
Cálculo dos coeficientes de emissões														
Integração com a Matriz Insumo-Produto														
Simulação de cenários														
Escrita do relatório final														
Submissão ao CEC 2017														
Participação no CEC 2027														

Referências

BRASIL. **Institui o Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SBCE)**. **Diário Oficial da União**, Brasil, Casa Civil, Secretaria Especial para Assuntos Jurídicos, , 2024. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2024/lei/115042.htm>. Acesso em: 26 abr. 2026

(MCTI) MINISTÉRIO DA CIÊNCIA TECNOLOGIA E INOVAÇÕES. **Sistema de Registro Nacional de Emissões (SIRENE)**. Disponível em: <<https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/cgcl/paginas/sistema-de-registro-nacional-de-emissoes-sirene>>. Acesso em: 26 abr. 2026.

MILLER, Ronald E.; BLAIR, Peter D. **Input-Output Analysis**. 3rd edition ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2012.

MONTOYA, Marco Antonio *et al.* Consumo de Energia, Emissões de CO₂ e a Geração de Renda e Emprego no Agronegócio Brasileiro: Uma Análise Insumo–Produto. **Economia Aplicada**, v. 20, n. 4, p. 383–412, 2016.

RITCHIE, Hannah. **Sector by sector: where do global greenhouse gas emissions come from?** London: [S.n.]. Disponível em: <<https://archive.ourworldindata.org/20251125-173858/ghg-emissions-by-sector.html>>. Acesso em: 27 abr. 2026.