DA CHAMINÉ AO PRATO, A INFLAÇÃO VEM DA FUMAÇA: IMPACTOS DA REGULAMENTAÇÃO DO MERCADO DE CARBONO NO BRASIL POR MEIO DE UM MODELO DE PREÇOS INSUMO-PRODUTO

Palavras-Chave: MERCADO DE CARBONO REGULAMENTADO, MODELO DE PREÇOS INSUMO-PRODUTO, BRASIL

Autores(as):

VALENTINA VASQUES REGENTE, IE – UNICAMP

Prof. Dr. LUCAS AZEREDO DA SILVA TEIXEIRA, IE - UNICAMP

INTRODUÇÃO

O governo brasileiro tem demonstrado um compromisso significativo com a agenda climática global, materializado pela Política Nacional sobre a Mudança do Clima (PNMC), instituída pela Lei nº 12.187/2009 (BRASIL, 2022; BRASIL, 2024a). Essa política estabeleceu metas voluntárias de redução de gases de efeito estufa (GEE) entre 36,1% e 38,9% em relação às emissões projetadas para 2020 (BRASIL, 2022). O país reafirmou seu engajamento com a nova Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC) do Brasil, que apresenta a visão para 2035 e está alinhada à meta de neutralidade climática até 2050 (BRASIL, 2024b). A NDC propõe uma ambiciosa redução nas emissões líquidas de GEE entre 59% e 67% abaixo dos níveis de 2005 até 2035 (equivalente a 1,05 a 0,85 GtCO2e) (BRASIL, 2024b). Esse compromisso se integra a um *Pacto pela Transformação Ecológica (*Decreto 12.223/2024), que envolve os três Poderes do Estado brasileiro, visando à sustentabilidade ecológica, ao desenvolvimento econômico sustentável e à justiça climática (BRASIL, 2024b).

A realização da COP30 em Belém/PA, Brasil, em novembro de 2025, configura-se como uma oportunidade para o país não apenas sediar um evento climático de magnitude global, mas também para demonstrar o avanço na regulamentação e implementação de suas políticas ambientais (BRASIL, 2024b). Neste contexto, a Lei nº 15.042/2024, instituiu o Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SBCE), sendo este o principal instrumento econômico para cumprir os compromissos de descarbonização do país (BRASIL, 2024a). O SBCE estabelece um ambiente econômico-regulatório para a concretização dos objetivos de descarbonização do país (BRASIL, 2024a). Ele sujeita operadores que emitam acima de 10.000 tCO2e por ano à submissão de planos de monitoramento e relatórios de emissões e remoções de GEE e operadores com emissões anuais superiores a 25.000 tCO2e a realização da conciliação periódica de obrigações (BRASIL, 2024a).

O sistema reconhece as Cotas Brasileiras de Emissões (CBEs), que representam o direito de emitir uma tonelada de CO2 equivalente, e os Certificados de Redução ou Remoção Verificada de Emissões (CRVEs), obtidos a partir de metodologias credenciadas, como ativos negociáveis (BRASIL, 2024a). É crucial destacar que a lei

estabelece expressamente que a produção primária agropecuária e a infraestrutura rural a ela associada não são consideradas atividades reguladas e não se submetem às obrigações do SBCE (BRASIL, 2024a). Esta exclusão reflete a complexidade da mensuração e regulação das emissões difusas desse setor, além da dificuldade em sua implementação e monitoramento.

O perfil das emissões brasileiras abrange setores como Energia, Processos Industriais e Uso de Produtos (IPPU), Agropecuária, Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas (LULUCF) e Resíduos (BRASIL, 2022). As estimativas anuais para o período de 1990 a 2020 indicam que, em 2020, o setor LULUCF foi o maior contribuinte para as emissões nacionais (38,0%), seguido pela Agropecuária (28,5%) e Energia (23,2%) (BRASIL, 2022). O setor IPPU contribuiu com 6,1% e o setor de Resíduos com 4,2% das emissões nacionais em 2020 (BRASIL, 2022). No setor agropecuário, as emissões de GEE estão primariamente relacionadas à produção pecuária e agrícola, com a maior parte proveniente da fermentação entérica do gado, a qual supera as emissões de todo o setor de transporte, geração de energia e processos industriais no Brasil (BRASIL, 2022).

Diante deste cenário regulatório e do imperativo de transição para uma economia de baixo carbono, o principal objetivo desta pesquisa é estimar os impactos inflacionários resultantes da instituição do mercado regulamentado de carbono no Brasil. Busca-se analisar tanto os impactos agregados no Produto Interno Bruto (PIB) e seus componentes da demanda final, quanto os impactos setoriais. Para estimar tais impactos, utilizaremos um modelo de preços insumo-produto, uma abordagem analítica consolidada para investigar as interdependências econômicas. Em última instância, visa-se obter resultados capazes de subsidiar a implementação eficaz do SBCE, buscando otimizar a relação entre transformação ecológica, estabilidade macroeconômica e justiça social.

METODOLOGIA

A estrutura metodológica deste trabalho fundamenta-se no modelo de preços insumo-produto, instrumento analítico derivado da matriz insumo-produto (MIP) (Leontief, 1986). A MIP sistematiza, em formato matricial, os fluxos monetários de bens e serviços entre os setores de uma economia, estruturando-se em quatro quadrantes que registram, respectivamente, os fluxos interindustriais (consumo intermediário), a demanda final, o valor adicionado e as importações (Feijó et al., 2017). Essa estrutura permite estimar os efeitos diretos e indiretos de alterações na demanda final ou nos custos setoriais sobre os níveis de produção e preços, com base em coeficientes técnicos fixos observados no período-base (Leontief, 1986).

O modelo de preços insumo-produto expande a abordagem tradicional ao incorporar a transmissão intersetorial dos custos primários — valor adicionado e importações — como determinante da formação dos preços relativos (Bulmer-Thomas, 1982). Trata-se, portanto, de um modelo do tipo *cost-push*, no qual choques nos custos primários repercutem, direta e indiretamente, sobre os preços setoriais, segundo os encadeamentos captados pelos coeficientes técnicos diretos e indiretos (Kay; Jolley, 2023; Bulmer-Thomas, 1982). Essa transmissão de custos é formalizada por meio de um sistema linear de equações simultâneas, cuja solução tem a forma (Weber; et al., 2024):

$$\boldsymbol{p} = (I - A')^{-1}(\boldsymbol{\vartheta} + \boldsymbol{\mu}) \quad (1)$$

Nessa equação, $\boldsymbol{p}$ é o vetor de preços por setor; $(\boldsymbol{I}-\boldsymbol{A}')^{-1}$, a matriz inversa de Leontief transposta que sintetiza os efeitos diretos e indiretos das interdependências produtivas; $\boldsymbol{\vartheta}$ representa o valor adicionado por unidade de produto; e $\boldsymbol{\mu}$ expressa o custo unitário com insumos importados. (Weber et al., 2024).

A introdução da precificação de carbono ao modelo ocorre pela incorporação de um novo vetor de custos ambientais $\boldsymbol{c}=\hat{X}^{-1}\boldsymbol{e}$, que representa a razão entre o volume total de emissões setoriais ($\boldsymbol{e}$) e a produção bruta correspondente ($\hat{X}^{-1}$) (Weber et al., 2024). Para obter o custo ambiental monetário incorporado a cada unidade de produto ($\boldsymbol{\tau}$), basta multiplicar o preço por CO_2e estabelecido no mercado regulado brasileiro (θ) pela quantidade monetária produzida em cada setor ($\boldsymbol{c}$) (Weber et al., 2024).

A partir desse novo vetor, é possível introduzi-lo ao modelo de preços como um custo ambiental adicional, de forma que o novo vetor de preços setoriais ajustado pelo carbono seja $\overline{\boldsymbol{p}}=(I-A')^{-1}(\boldsymbol{\vartheta}+\boldsymbol{\mu}+\boldsymbol{\tau})$. Para estimar a variação nos preços decorrente exclusivamente da internalização do custo ambiental, calcula-se (Weber et al., 2024):

$$\Delta\overline{\boldsymbol{p}}=\overline{\boldsymbol{p}}^{*}-\overline{\boldsymbol{p}}=(I-A')^{-1}\,\Delta\boldsymbol{\tau} \tag{2}$$

Essa variação representa o impacto marginal da precificação de carbono sobre os preços setoriais, a partir da transmissão dos novos custos ao longo da estrutura produtiva interdependente (Weber et al., 2024). Por fim, para obter o impacto inflacionário percebido pelos consumidores (IP_{tot}), pondera-se essa variação ($\Delta\overline{\boldsymbol{p}}_i$) pelos pesos da estrutura de consumo final das famílias (ω_i) (Weber et al., 2024):

$$IP_{tot}=\sum_{\boldsymbol{i}}\omega_i\;\Delta\overline{\boldsymbol{p}}_i \tag{3}$$

A calibragem do modelo foi realizada com base na MIP do Grupo de Indústria e Competitividade do Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (GIC/IE-UFRJ), que apresenta desagregação em 42 setores para o ano de 2019. As intensidades de emissão setorial foram extraídas de Alvarenga (2024), que compila dados do SEEG harmonizados à classificação setorial da MIP utilizada. Por fim, o preço do carbono adotado nas simulações corresponde ao valor estimado de US$ 8,40 por tonelada de CO_2, divulgado pelo Ministério da Fazenda como referência inicial para o SBCE em 2024, que equivale à R$ 46,16[1]. Com esses parâmetros, o modelo encontra-se plenamente especificado para estimar, de forma consistente, os impactos inflacionários da precificação do carbono no Brasil.

[1] Conversão realizada no Conversor de Moedas do Banco Central do Brasil, cotação de 20 jun. 2025 (1 USD = 5,4951 BRL), resultando em 8,40 USD = 46,16 BRL. Disponível em: https://www.bcb.gov.br/conversao. Acesso em: 20 jun. 2025.

RESULTADOS

Diante da indefinição atual quanto aos setores e atividades que efetivamente integrarão o escopo regulado do SBCE, esta pesquisa recorre às diretrizes técnicas do Projeto de Preparação para o Mercado de Carbono (PMR Brasil) como referência para a construção da simulação. O cenário de referência adotado corresponde ao limite superior do impacto inflacionário potencial decorrente da introdução do SBCE, pois inclui todos os setores listados pelo PMR Brasil como grandes emissores, à exceção da Agropecuária, que permanece fora do escopo regulatório previsto pela Lei 15.042 (WAYCARBON; VIVID ECONOMICS, 2020; BRASIL, 2024a).

Desse modo, simulou-se a cobrança de permissões de emissão sobre: Fabricação de celulose, papel e produtos de papel; Refino de petróleo e coquerias; Fabricação de biocombustíveis; Químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros; Defensivos, desinfetantes, tintas e químicos diversos; Cimento e outros minerais não metálicos; Produção de aço e derivados; Metalurgia de metais não ferrosos; e Produção e distribuição de eletricidade, gás, água, esgoto e limpeza urbana.

Os impactos inflacionários resultantes da simulação sob os componentes da demanda final, além do impacto agregado sob o PIB estão expressos na Tabela *1*:

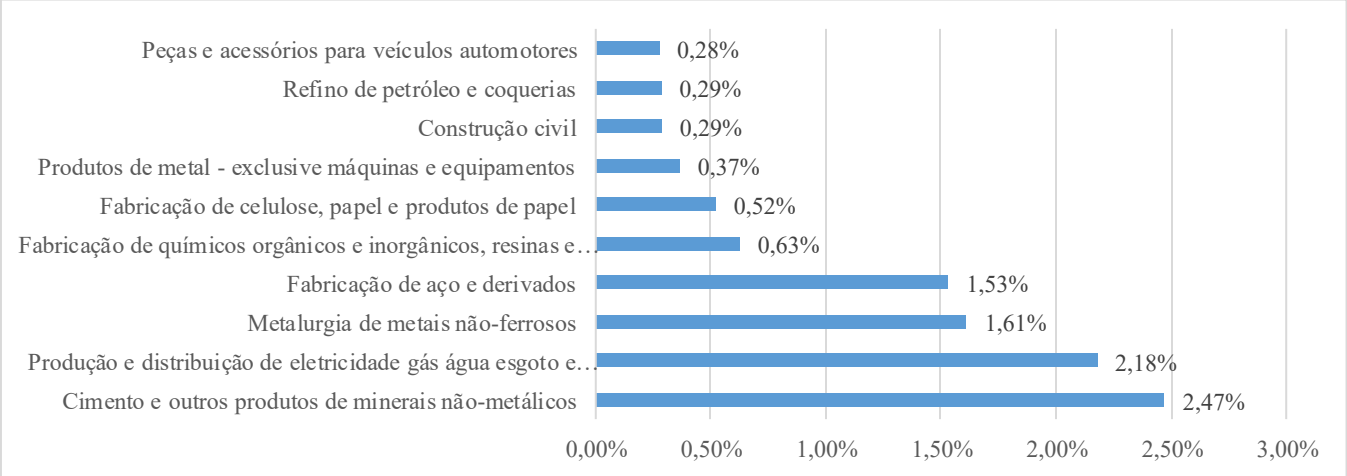
Tabela 1 - Impactos Inflacionários Agregados da Precificação do Carbono no Brasil (em %)

Componentes Macroeconômicos	Inflação Estimada
Demanda Final	0,1734%
Exportação de bens e serviços	0,2911%
Consumo do governo	0,0723%
Consumo das ISFLSF	0,0799%
Consumo das famílias	0,1739%
Formação bruta de capital fixo	0,2050%
PIB	0,1995%

Fonte: Elaboração Própria.

No plano setorial, as dez maiores elevações inflacionárias estão expressas no Gráfico *1*:

Gráfico 1 - Impactos Inflacionários Setoriais da Precificação do Carbono no Brasil (em %)



Fonte: Elaboração Própria.

CONCLUSÕES

Diante da Lei nº 15.042/2024, a exclusão da produção agropecuária do SBCE impõe desafio substantivo à ambição climática nacional. Embora o sistema avance em frentes essenciais ao desenvolvimento sustentável, a ausência de um dos maiores emissores, sobretudo pelas emissões de uso da terra e da própria agropecuária, pode sobrecarregar de modo desproporcional os demais setores regulados. Tal configuração cria um dilema entre a meta da nova NDC e a estabilidade macroeconômica: metas mais rígidas, necessárias para preencher o vácuo regulatório, tendem a elevar o nível geral de preços e afetar exportações, formação bruta de capital fixo e consumo das famílias, apontados pela Tabela *1* como mais sensíveis ao encarecimento dos insumos carbono-intensivos.

A elevação dos custos de investimento tende a restringir a capacidade de crescimento sustentável, impactando diretamente o desenvolvimento produtivo. Embora o SBCE preveja o uso de CRVEs como offsets nacionais (limitados a 20% inicialmente), a reciclagem de receitas para financiamento de descarbonização (75% ao Fundo Nacional sobre Mudança do Clima) e compensações sociais (destinação para povos indígenas e comunidades tradicionais), a efetividade dessas medidas em equilibrar a carga de descarbonização é questionável diante da magnitude das emissões agrícolas (BRASIL, 2024a).

Ademais, o Gráfico 1 revela que setores mais afetados pela introdução do mercado regulamentado são: Cimento e outros minerais não metálicos (2,47%), Produção e distribuição de eletricidade, gás, água, esgoto e limpeza urbana (2,18%), Metalurgia de metais não ferrosos (1,61%), Fabricação de aço e derivados (1,53%) e Químicos básicos (0,63%). A elevação dos preços de utilidades – particularmente da eletricidade – merece atenção redobrada, uma vez que se propaga por toda a cadeia produtiva e pode agravar a regressividade distributiva do choque de custos, transferindo implicitamente parte do aumento dos preços aos consumidores finais de menor renda.

Portanto, para reconciliar a ambição climática com a estabilidade macroeconômica e a justiça distributiva, torna-se imperativa não apenas a inclusão gradual de fontes difusas da agropecuária por meio de mecanismos complementares (como linhas de crédito com taxas diferenciadas e aperfeiçoamento da mensuração específica para o setor), mas também um uso ainda mais estratégico e prioritário das receitas do SBCE para incentivar a inovação tecnológica e programas de mitigação de impacto social. Somente assim será possível mitigar os impactos nos segmentos mais vulneráveis e assegurar que os esforços de descarbonização sejam equitativos e sistêmicos, conforme a visão de futuro do Brasil delineada na NDC e no Pacto Nacional pela Transformação Ecológica.

BIBLIOGRAFIA

BRASIL. LEI Nº 15.042, de 11 de dezembro de 2024. Institui o Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SBCE). **Diário Oficial da União**, Brasília, 2024.

BRASIL. **Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC) do Brasil**. Brasília, DF, 2024.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. **Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil**. 6. ed. Brasília, DF: MCTI, 2022.

BULMER-THOMAS, Victor. **Input-output analysis in developing countries**. London: Wiley, 1982.

FEIJÓ, C; RAMOS, R; LIMA, F; BARBOSA. N; PALIS; R. C**ontabilidade Social**: Referência atualizada das Contas Nacionais do Brasil. 5. Ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2017.

KAY, David; JOLLEY, G. Jason. Using input-output models to estimate sectoral effects of carbon tax policy: Applications of the NGFS scenarios. **Wiley**. New York, 2023.

LEONTIEF, Wassily. **Input-output economics**. 2. ed. New York: Oxford University Press, 1986.

WAYCARBON; VIVID ECONOMICS. **Relatório síntese PMR Brasil dos Produtos 1-5.** 2020.

WEBER, I.; JAUREGUI, J; TEIXEIRA, L; PIRES, L. Inflation in times of overlapping emergencies: Systemically significant prices from an input–output perspective. **Oxforf Press**. 2024.