



76

Agosto | 2024

# RADAR

Tecnologia, Produção e Comércio Exterior

**ipea**

Instituto de Pesquisa  
Econômica Aplicada



**76**

Agosto | 2024

# RADAR

Tecnologia, Produção e Comércio Exterior

---

**ipea**

Instituto de Pesquisa  
Econômica Aplicada

**Governo Federal**

**Ministério do Planejamento e Orçamento**

**Ministra** Simone Nassar Tebet

**ipea** Instituto de Pesquisa  
Econômica Aplicada

Fundação pública vinculada ao Ministério do Planejamento e Orçamento, o Ipea fornece suporte técnico e institucional às ações governamentais – possibilitando a formulação de inúmeras políticas públicas e programas de desenvolvimento brasileiros – e disponibiliza, para a sociedade, pesquisas e estudos realizados por seus técnicos.

**Presidenta**

Luciana Mendes Santos Servo

**Diretor de Desenvolvimento Institucional**

Fernando Gaiger Silveira

**Diretora de Estudos e Políticas do Estado,  
das Instituições e da Democracia**

Luseni Maria Cordeiro de Aquino

**Diretor de Estudos e Políticas Macroeconômicas**

Cláudio Roberto Amitrano

**Diretor de Estudos e Políticas Regionais,  
Urbanas e Ambientais**

Aristides Monteiro Neto

**Diretora de Estudos e Políticas Setoriais, de Inovação,  
Regulação e Infraestrutura**

Fernanda De Negri

**Diretor de Estudos e Políticas Sociais**

Carlos Henrique Leite Corseuil

**Diretor de Estudos Internacionais**

Fábio Vêras Soares

**Chefe de Gabinete**

Alexandre dos Santos Cunha

**Coordenadora-Geral de Imprensa e  
Comunicação Social**

Gisele Amaral de Souza

Ouvidoria: <http://www.ipea.gov.br/ouvidoria>

URL: <http://www.ipea.gov.br>

© Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – **ipea** 2024

# RADAR

## Tecnologia, produção e comércio exterior

**Editor responsável**

Rafael Leão

---

Radar : tecnologia, produção e comércio exterior / Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação e Infraestrutura (Diset). – n. 1 (abr. 2009) - . - Brasília : Ipea, 2009-

Quadrimestral  
ISSN: 2177-1855

1. Tecnologia. 2. Produção. 3. Comércio Exterior.  
4. Periódicos. I. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.  
Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação e  
Infraestrutura (Diset).

CDD 338.005

---

DOI: <http://dx.doi.org/10.38116/radar76>

As publicações do Ipea estão disponíveis para *download* gratuito nos formatos PDF (todas) e ePUB (livros e periódicos).  
Acesse: <http://www.ipea.gov.br/portal/publicacoes>

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e inteira responsabilidade dos autores, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada ou do Ministério do Planejamento e Orçamento.

É permitida a reprodução deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são proibidas.

# SUMÁRIO

---

<b>APRESENTAÇÃO</b>	<b>5</b>
<b>O POSICIONAMENTO DO BRASIL NO COMÉRCIO INTERNACIONAL DE MINERAIS CRÍTICOS PARA A TRANSIÇÃO ENERGÉTICA</b>	<b>7</b>
Rafael Leão Mariano de Oliveira Danúbia da Cunha André Nunes	
<b>ANÁLISE EXPLORATÓRIA DO CADASTRO TÉCNICO FEDERAL DE ATIVIDADES POTENCIALMENTE POLUIDORAS E DO RELATÓRIO ANUAL: ASPECTOS TÉCNICOS E NORMATIVOS</b>	<b>13</b>
Bernardo Alves Furtado Olandia Ferreira Lopes Emanuel Abrantes	
<b>A LIDERANÇA NEGRA NOS GRUPOS DE PESQUISA NO BRASIL: UM PANORAMA REGIONAL DE 2000 A 2023</b>	<b>21</b>
Tulio Chiarini Larissa Pereira Carla Pereira Silva Vitor Marinho	
<b>ESTRUTURAS PRODUTIVAS REGIONAIS COM MATRIZES INSUMO-PRODUTO E ILUSTRAÇÃO DE APLICAÇÃO AMBIENTAL</b>	<b>29</b>
Bernardo Alves Furtado Gustavo L. Rocha Lima Olandia Ferreira Lopes	



# APRESENTAÇÃO<sup>1</sup>

Caros leitores,

Chegamos à 76ª edição do boletim *Radar: tecnologia, produção e comércio exterior* e, nesta, voltamos a trazer uma “edição regular” do boletim, ou seja, uma edição multitemática, que apresenta trabalhos relacionados às diversas linhas de estudos e pesquisas desenvolvidas na Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais, de Inovação, Regulação e Infraestrutura do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Diset/Ipea). Contudo, como não poderiam deixar de ser, os desafios da sustentabilidade – tema de um estudo transversal e estruturante da diretoria e um dos maiores desafios antepostos para a economia do planeta e a do Brasil, em particular, e que foi o assunto das duas edições anteriores – fazem-se presentes também nesta edição.

O primeiro tema abordado é relacionado às potencialidades da indústria brasileira de mineração no mercado internacional de minerais ambientalmente estratégicos. No trabalho *O posicionamento do Brasil no comércio internacional de minerais críticos para a transição energética*, Rafael Leão, Mariano de Oliveira, Danúbia da Cunha e André Nunes utilizam-se de dados do World Integrated Trade Solution (Wits), do Banco Mundial, para analisar o posicionamento do Brasil nesse mercado.

Segue-se outro estudo que tem a questão ambiental como pano de fundo. Bernardo Alves Furtado, Olandia Ferreira Lopes e Emanuel Abrantes, baseados em dados coletados do Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras e/ou Utilizadoras de Recursos Ambientais (CTF/APP), do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), apresentam em seu artigo um conjunto de recomendações de políticas públicas que possam auxiliar o país na consecução de seus objetivos de crescimento com sustentabilidade. O trabalho tem como título *Análise exploratória do cadastro técnico federal de atividades potencialmente poluidoras e do relatório anual: aspectos técnicos e normativos*.

O terceiro artigo desta edição do *Radar* pode, à primeira vista, parecer não estar relacionado à questão da sustentabilidade. Contudo, a inclusão social é um dos pilares desse conceito, e, especialmente no caso brasileiro, esse desafio pressupõe a superação do racismo estrutural que ainda caracteriza nossa sociedade. Com o trabalho *A liderança negra nos grupos de pesquisa no Brasil: um panorama regional de 2000 a 2023*, Tulio Chiarini, Larissa Pereira, Carla Pereira Silva e Vitor Marinho nos apresentam a evolução da participação de pretos e pardos na liderança dos grupos de pesquisa no país, variável indicativa da integração dessas populações às camadas que dominam os conhecimentos mais sofisticados e estratégicos do país.

Esta edição do boletim se encerra com o texto *Estruturas produtivas regionais com matrizes insumo-produto e ilustração de aplicação ambiental*, de Bernardo Alves Furtado, Gustavo L. Rocha Lima e Olandia Ferreira Lopes. Trata-se de uma interessante proposta de regionalização da matriz insumo-produto. Entre outras potencialidades, essa ferramenta permite um aprimoramento nas capacidades de predição dos impactos ambientais da atividade econômica, fornecendo subsídios para a formulação de políticas públicas voltadas para a sustentabilidade.

Fica evidente, portanto, que, sem falarmos diretamente da questão da sustentabilidade, ao fim e ao cabo, é dela que estamos na verdade falando. E é com a recomendação de um olhar atento a esse fato que desejamos uma ótima leitura a todos.

Mauro Oddo Nogueira

**Técnico de planejamento e pesquisa, coordenador de Estudos em Cadeias Produtivas e Micro e Pequenas Empresas (Cocam) na Diset/Ipea e editor deste Radar**

1. DOI: <http://dx.doi.org/10.38116/radar76apresentacao>



# O POSICIONAMENTO DO BRASIL NO COMÉRCIO INTERNACIONAL DE MINERAIS CRÍTICOS PARA A TRANSIÇÃO ENERGÉTICA<sup>1</sup>

Rafael Leão<sup>2</sup>

Mariano de Oliveira<sup>3</sup>

Danúbia da Cunha<sup>4</sup>

André Nunes<sup>5</sup>

## SINOPSE

A transição de um sistema energético baseado em combustíveis fósseis para outro baseado em fontes renováveis depende da ampliação da oferta daquilo que está denominado como “minerais críticos para a transição energética”. Esses minerais são essenciais para a fabricação de todos os sistemas de geração e armazenamento de energia renovável e representam valiosa oportunidade comercial para os países que detêm reservas e produção relevantes. Este estudo analisa o posicionamento do Brasil no comércio internacional dessas substâncias entre 2002 e 2022, a partir de dados do World Integrated Trade Solution (Wits), do Banco Mundial.

**Palavras-chave:** mudanças climáticas; transição energética; minerais críticos e estratégicos; comércio internacional.

## 1 INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas já são uma realidade que impõe custos sociais, econômicos e políticos. Países trabalham para conter as emissões de gases de efeito estufa e adaptar suas economias, administrando impactos e explorando oportunidades. No plano das ações de mitigação, a reconfiguração dos sistemas energéticos aparece como estratégia central (Yergin, 2023). A transição energética exige reconversão produtiva generalizada, substituindo combustíveis fósseis por fontes renováveis, e enseja sua própria pletora de desafios econômicos, políticos, geopolíticos e tecnológicos.

É sobretudo no plano tecnológico que ganha destaque o tema dos “minerais críticos para a transição energética”. Enquanto o sistema energético atual é intensivo em combustíveis fósseis, as modernas tecnologias renováveis são intensivas em substâncias minerais, representando, todavia, oportunidade econômica para os países que detêm reservas e produção relevantes, como o Brasil (Silva, Cunha e Costa, 2023). Este estudo, assim, analisa a evolução brasileira no comércio internacional dessas substâncias ao longo do século XXI.

1. DOI: <http://dx.doi.org/10.38116/radar76art1>

2. Especialista em políticas públicas e gestão governamental na Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais, de Inovação, Regulação e Infraestrutura do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Diset/Ipea). *E-mail:* rafael.leao@ipea.gov.br.

3. Pesquisador-tecnologista em informações e avaliações educacionais na Coordenação de Economia Mineral da Superintendência de Regulação Econômica e Governança Regulatória da Agência Nacional de Mineração (Coemi/SRG/ANM). *E-mail:* mariano.oliveira@anm.gov.br.

4. Pesquisadora bolsista do Subprograma de Pesquisa para o Desenvolvimento Nacional (PNPD) na Diset/Ipea. *E-mail:* drcdanubia@gmail.com.

5. Analista técnico de relações internacionais na Empresa Gerencial de Projetos Navais (Emgepron). *E-mail:* andrenunes03@hotmail.com.



## 2 OS MINERAIS DA TRANSIÇÃO ENERGÉTICA: CONCEITO E ESCOPO DE ANÁLISE

Conceitualmente, esse debate também está inserido no guarda-chuva temático dos minerais críticos e estratégicos (Hayes e McCullough, 2018). Como apontado em Castro, Peiter e Góes (2022), Estados Unidos, União Europeia e China – para ficar em três exemplos – têm políticas públicas voltadas ao tema. Basicamente, são elencadas as substâncias de que suas estruturas produtivas necessitam, mas não conseguem acessar no plano doméstico, por um lado, e as substâncias que o mercado global demanda e que suas bases mineradoras podem fornecer, por outro. O Brasil também possui política pública embrionária para o tema, lançada pelo Decreto nº 10.657 de 24 de março de 2021, a Política de Apoio ao Licenciamento Ambiental de Projetos de Investimentos para a Produção de Minerais Estratégicos.<sup>6,7</sup>

Os minerais críticos da transição energética são, portanto, os elementos químicos de base mineral que permeiam o processo produtivo e as agendas tecnológicas das indústrias que manufaturam os componentes necessários para geração de energia renovável. A dificuldade da pesquisa sobre o tema está menos no conceito e mais na “escolha” dessas substâncias. No limite, praticamente toda a tabela periódica poderia se enquadrar nessa definição, pois iniciativas experimentais de apresentar inovações disruptivas a partir de diversas substâncias são conduzidas em todo o mundo há muitos anos. Contudo, um grupo seletivo de substâncias representa o núcleo de análise, tanto pela sua ubiquidade quanto pela intensidade do seu uso nas tecnologias de transição energética, conforme apontado em relatório da Agência Internacional de Energia (IEA), publicado em 2022, que se apresenta como referência central neste debate (IEA, 2022).

Este trabalho alinha-se ao da IEA (2022) e investiga a situação brasileira diante do comércio global dos minérios das seguintes substâncias: cobre, cobalto, cromo, níquel, lítio, zinco, alumínio, manganês, molibdênio, terras raras, elementos platinoides,<sup>8</sup> silício e grafite. Aqui não se investiga o elo produtivo seguinte (em elaboração para trabalho subsequente) de refinamento e transformação mineral, que elabora produtos metalúrgicos e compostos químicos de uso básico pela manufatura. A análise, portanto, está circunscrita à indústria extrativa mineral e à comercialização do produto desse setor (minérios e seus concentrados).<sup>9</sup>

## 3 BASE DE DADOS E SUAS CARACTERÍSTICAS

A análise deste estudo está baseada em dados do World Integrated Trade Solution (Wits), do Banco Mundial. Os dados de importação e exportação estão todos baseados nas estatísticas de importações de todas as nações do mundo, pela maior confiabilidade dos registros administrativos dessas operações para o caso das substâncias minerais. A Guiné, maior exportador global de bauxita, e a República Democrática do Congo, maior exportador global de minério de cobalto, não registram suas exportações desses bens; no entanto, seus importadores registram suas importações desses minerais “corretamente” atribuídas aos dois países.

6. A Resolução MME nº 2 de 18 de junho de 2021 define a lista desses minerais, que são: enxofre, minérios de fosfato, de potássio, de molibdênio, de cobalto, de cobre, de estanho, de grafita, do grupo da platina, de lítio, de nióbio, de níquel, de silício, de tálio, de tântalo, de terras raras, de titânio, de tungstênio, de urânio, de vanádio, de alumínio, de ferro, de ouro e de manganês.

7. Mais recentemente, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) lançou o Fundo de Investimento em Participações (FIP) Minerais Estratégicos, com R\$ 1 bilhão. Disponível em: [https://agenciadenoticias.bndes.gov.br/detalhe/noticia/BNDES-e-MME-lancam-fundo-de-R\\$-1-bi-para-projetos-de-minerais-estrategicos-para-transicao-energetica/](https://agenciadenoticias.bndes.gov.br/detalhe/noticia/BNDES-e-MME-lancam-fundo-de-R$-1-bi-para-projetos-de-minerais-estrategicos-para-transicao-energetica/). Acesso em: 1º jul. 2024.

8. Nem todas as substâncias classificadas como terras raras e platinoides são críticas para a transição energética. Contudo, por limitação das bases de dados de comércio internacional baseadas no sistema harmonizado (SH), a análise irá incorporar-las em sua totalidade. As terras raras com uso na transição energética são essencialmente o neodímio, praseodímio, térbio e disprósio, e os platinoides são platina, paládio, irídio, ródio e rutênio (IEA, 2022).

9. Barras metálicas e compostos químicos são produtos da metalurgia e da indústria química, respectivamente.

Os códigos SH dos minérios pesquisados são os seguintes: 2504.10 e 2504.90 (grafite natural); 2506.10 (quartzo, fonte de silício); 2530.90 (minérios de lítio e minerais de terras raras); 2602.00 (minérios de manganês); 2603.00 (minérios de cobre); 2604.00 (minérios de níquel); 2605.00 (minérios de cobalto); 2606.00 (minérios de alumínio); 2608.00 (minérios de zinco); 2610.00 (minérios de cromo); 2613.10 e 2613.90 (minérios de molibdênio); e 2616.90 (minérios de platinoides).

Os dados do Wits, nesse nível de detalhamento de seis dígitos, impõem algumas limitações de análise. O código 2616.90 registra os metais preciosos, no qual os platinoides se encontram, incluindo o minério de ouro (mas não inclui a prata). Felizmente, o comércio global de minério de ouro é inexpressivo, pois o ouro é comercializado em barras, bulhão dourado e lingotes, majoritariamente. Ademais, nem todos os platinoides são relevantes para a transição energética. Esse também é o caso do código 2530.90, pois nem todas as terras raras são úteis ao tema da pesquisa.

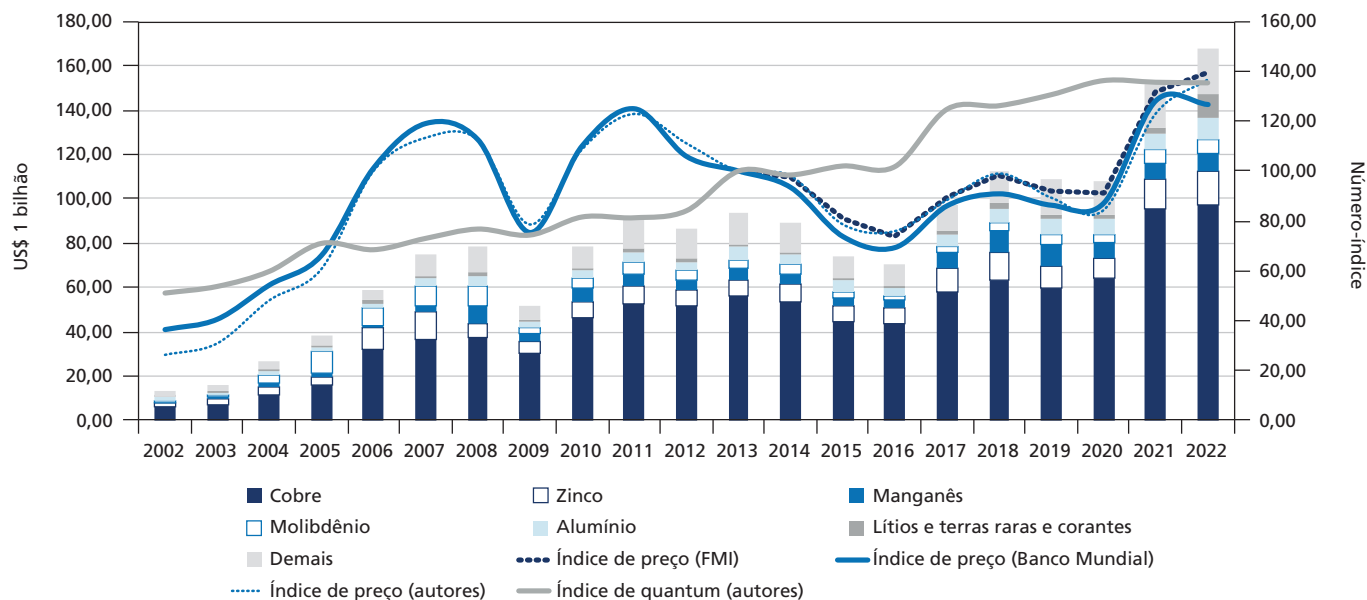
A análise percorre os anos de 2002 a 2022, pois os dados para 2023, no momento de sua obtenção, ainda estavam incompletos.

## 4 O COMÉRCIO GLOBAL E A POSIÇÃO BRASILEIRA

Em dólares correntes, as importações globais de minerais da transição energética saíram de US\$ 13,15 bilhões, em 2002, para US\$ 168,05 bilhões, em 2022, tendo o cobre como substância mais representativa, com participação anual média de 55%, seguido de longe pelo zinco, com participação anual média de 10%. O crescimento do valor das exportações dessa cesta de minerais não foi contínuo, todavia. Como pode ser visto no gráfico 1,<sup>10</sup> as crises internacionais de 2009 e 2015/2016 reduziram os valores dos fluxos comerciais, basicamente pela queda e estagnação das cotações das *commodities* minerais e metálicas entre 2011 e 2020, visto que o *quantum* exportado manteve trajetória de crescimento estável e constante.

10. Os índices de preços do gráfico 1 foram obtidos diretamente do World Bank Commodity Price Data e do IMF Primary Commodity Prices. O índice do Banco Mundial foi calculado, segundo nota metodológica da própria fonte, com as cotações internacionais do alumínio, cobre, chumbo, níquel, estanho e zinco em suas formas metálicas. O índice é representativo do movimento geral do segmento de *commodities* minerais e metálicas e tem função ilustrativa da dinâmica de preços de todo o segmento mineral. O índice do Fundo Monetário Internacional (FMI), segundo notas metodológicas (disponível em: <https://www.imf.org/en/Research/commodity-prices>; acesso em: 1º jul. 2024), é composto por alumínio, cromo, cobalto, cobre, chumbo, lítio, manganês, molibdênio, níquel, paládio, platina, terras raras, silício, prata, vanádio e zinco também em suas formas metálicas. Os índices de preço e *quantum* calculados pelos autores, a partir dos dados da própria base de dados Wits, foram baseados no valor e na massa (em quilogramas) das importações de cobre, cromo, grafite, lítio, manganês, molibdênio, quartzo e zinco, em suas formas minerais. As informações da massa das demais substâncias apresentaram inconsistências e, por isso, foram descartadas. De qualquer maneira, as utilizadas representam 85% do valor comercializado entre 2002 e 2022.

## GRÁFICO 1

Comércio internacional de minerais críticos da transição energética (2002-2022)<sup>1,2</sup>

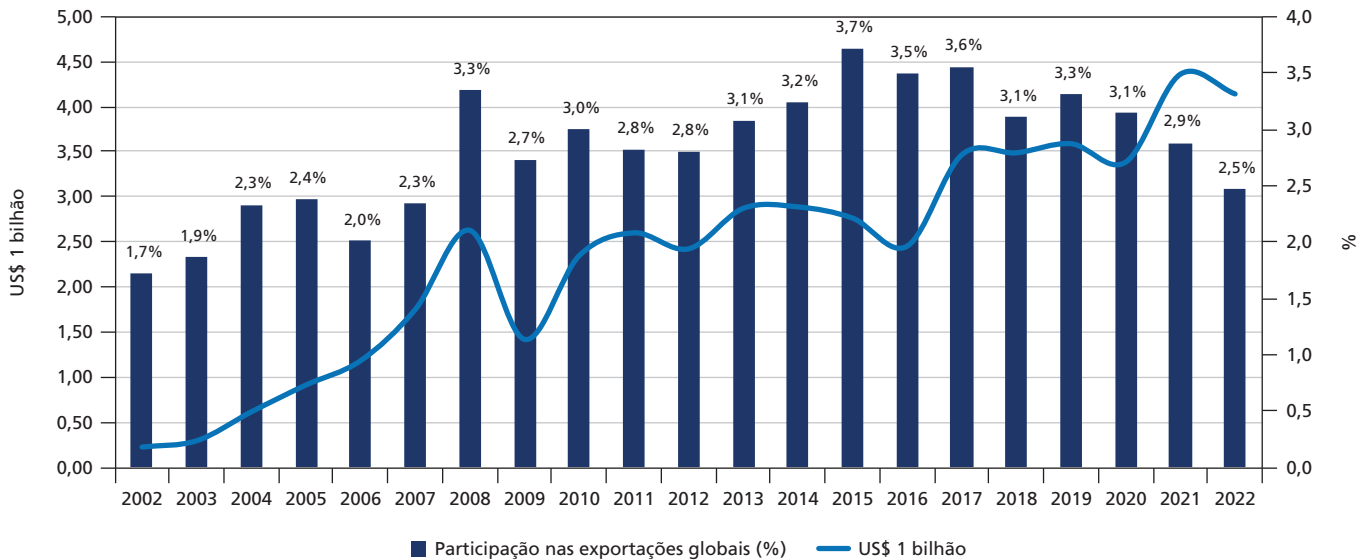
Os maiores exportadores, no acumulado desses vinte anos, foram Chile, Peru e Austrália, basicamente pela relevância de suas reservas e produção de minérios de cobre. O maior exportador de cobalto foi a República Democrática do Congo; o maior de minérios de alumínio foi a Guiné; o maior de cromo foi a África do Sul; o maior de grafite natural foi a China; o maior de níquel foram as Filipinas; o maior de zinco foi o Peru; o maior de silício (quartzo) foram os Estados Unidos; o maior de manganês foi a África do Sul; o maior de molibdênio foi o Chile; o maior de metais preciosos (incluindo platinoídes) foi a África do Sul; e o maior de lítio foi a Austrália.

Até 2007, a União Europeia<sup>11</sup> liderava as importações. A partir de 2008, a China tornou-se o maior importador do mundo, isoladamente, respondendo por 57,1% das importações globais em 2022; União Europeia e Japão, que, em 2002, respondiam por 56,6%, conjuntamente, em 2022, foram responsáveis por 23,1% do mercado global. Nesse período, as importações chinesas cresceram 72x em valor, enquanto as importações da União Europeia e do Japão aumentaram entre 5x e 6x, apenas.

Diferentemente do eixo exportador, que possui países líderes nas exportações de substâncias distintas, no eixo importador ocorre a dominação chinesa, europeia e japonesa: em uma ou outra substância, algum país que não esses três aparece na lista dos três principais, mas, de forma geral, a China lidera, seguida por União Europeia e Japão nos segundo e terceiro lugares.

Nesse contexto, o Brasil apresentou aumento do valor exportado e crescimento quase contínuo de sua participação no mercado global (gráfico 2). De 2002 até 2015, o país ampliou sua participação, saindo de 1,7% para 3,7%, de meros US\$ 230 milhões para mais de US\$ 2,7 bilhões. Nos anos seguintes, a participação brasileira caiu até 2022, ainda que o valor exportado tenha continuado em alta, chegando em R\$ 4,1 bilhões – a máxima, na verdade, foi no ano anterior, com US\$ 4,4 bilhões. Em 2022, a cotação internacional do cobre caiu, mas o *quantum* exportado de cobre pelo país caiu, de acordo com os dados do Wits.

11. Os autores agruparam todos os registros dos 27 países-membros da União Europeia (mais o Reino Unido) sob a mesma designação para todo o período analisado.

**GRÁFICO 2**Exportações brasileiras de minerais críticos da transição energética (2002-2022)<sup>1,2</sup>

Fonte: Wits/Banco Mundial.

Elaboração dos autores.

Notas: <sup>1</sup> Estatísticas elaboradas pelo registro das importações.<sup>2</sup> Minérios de alumínio, cobalto, cromo, cobre, grafite, lítio, manganês, molibdênio, níquel, platinoídes, silício, terras raras e zinco.

As exportações brasileiras podem ser divididas em duas fases, portanto: até 2015, cresciam a 21,2% ao ano (a.a.), em média, contra 14,3% a.a. da média global, garantindo ganhos de *market share*; de 2015 até 2022, esse ímpeto arrefeceu-se, e o crescimento das exportações caiu para 5,9% a.a., em média, enquanto a média global foi de 12,3% a.a. O cobre, em todo o período, foi o mineral mais importante para explicar a atuação brasileira.

Em 2004, com início das operações no Pará, o Brasil iniciou intensa trajetória de produção e exportação de minérios de cobre, de forma que 59,7% de toda a exportação acumulada de 2004 a 2015 se deve a esse minério. Entre 2004 e 2015, as exportações brasileiras aumentaram 14,3x, enquanto as do mundo, 3,7x. Entre 2015 e 2022, contudo, as exportações brasileiras aumentaram em 1,6x, e as do mundo, em 2,1x. O crescimento até 2015 se deve ao incremento anual acelerado para levar a operação mineradora até seu estágio de maturidade e produção máxima.

A partir de 2019, lítio e níquel começaram sua trajetória de expansão. A reabertura de operações de extração de minério de níquel em Goiás e o avanço da exploração de espodumênio (minério de lítio) no Vale do Jequitinhonha, em Minas Gerais, estão por trás desse cenário. Em 2022, lítio e níquel foram responsáveis por 7,7% e 8,4%, respectivamente, das exportações brasileiras.

Outro aspecto mercadológico importante para entender a inserção do Brasil nesse mercado é o destino de suas exportações. Contrariando a tendência global, a União Europeia é o principal destino das exportações brasileiras. O cobre, novamente, é a explicação, com 71,4% de todas as exportações dirigidas à União Europeia.

**5 CONCLUSÃO**

A urgência da transição energética gerou grande expansão na produção e no comércio global de minerais críticos. No segmento extrativo mineral, o comércio internacional cresceu quase 12,8x em vinte anos. Dois fenômenos são marcantes nesse contexto: i) os minérios de cobre seguem como líderes isolados em importância econômica,

representando mais de 57% de toda a comercialização observada no período; e ii) a China tornou-se o principal destino das exportações globais, absorvendo 41,8% de toda a comercialização do período e 57,1% em 2022.

O Brasil atuou de forma competitiva em todo o período analisado, notadamente de 2004 a 2015, basicamente por conta do cobre, alcançando 3,7% de *market share*. Dali até 2022, seu ímpeto exportador ficou abaixo da média global, provocando queda no *market share* para 2,5% (ainda que o valor das exportações tenha mantido trajetória de crescimento). Aumentos na produção de cobre aliados às novas operações de lítio no Vale do Jequitinhonha, em Minas Gerais, e à recuperação de antigas operações de níquel em Goiás podem dar novo fôlego ao país, permitindo recuperar a trajetória de ganhos de *market share* nas exportações globais. Descobertas recentes de ocorrência de terras raras de altos teores em Minas Gerais podem ampliar ainda mais esse potencial.<sup>12</sup>

O estabelecimento de novas fontes de financiamento e políticas públicas para ampliar a pesquisa geológica no país e atrair investimentos (Iasco-Pereira, 2023) são pré-requisitos fundamentais para fomentar um longo ciclo de expansão da produção e das exportações desses minérios.

## REFERÊNCIAS

- CASTRO, F. F.; PEITER, C. C.; GÓES, G. S. **Minerais estratégico e críticos: uma visão internacional e da política mineral brasileira**. Brasília: Ipea, maio 2022. (Texto para Discussão, n. 2768).
- HAYES, S. M.; MCCULLOUGH, E. A. Critical minerals: a review of elemental trends in comprehensive criticality studies. **Resources Policy**, v. 59, p. 192-199, dez. 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resourpol.2018.06.015>.
- IASCO-PEREIRA, H. C. **Capital estrangeiro nos setores de energia e de minerais estratégicos da economia brasileira**. Brasília: Ipea, jun. 2023. (Texto para Discussão, n. 2890).
- IEA – INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **The role of critical minerals in clean energy transitions**. Paris: IEA, mar. 2022. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/the-role-of-critical-minerals-in-clean-energy-transitions>.
- SILVA, G. F.; CUNHA, I. A.; COSTA, I. S. L. (Org.). **An overview of critical minerals potential of Brazil**. Brasília: Serviço Geológico do Brasil, 2023. 23 p.
- YERGIN, D. **O novo mapa: energia, clima e o conflito entre nações**. Porto Alegre: Bookman, 2023. 544 p.

12. Disponível em: <https://valor.globo.com/empresas/noticia/2023/08/09/meteoritic-resources-anuncia-investimento-de-r-15-bilhao-em-minas-gerais.ghtml>. Acesso em: 1º jul. 2024.

# ANÁLISE EXPLORATÓRIA DO CADASTRO TÉCNICO FEDERAL DE ATIVIDADES POTENCIALMENTE POLUIDORAS E DO RELATÓRIO ANUAL: ASPECTOS TÉCNICOS E NORMATIVOS<sup>1</sup>

Bernardo Alves Furtado<sup>2</sup>

Olandia Ferreira Lopes<sup>3</sup>

Emanuel Abrantes<sup>4</sup>

## SINOPSE

Este estudo consiste em uma análise exploratória do instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) Cadastro Técnico Federal Ambiental de Atividades Potencialmente Poluidoras e/ou Utilizadoras de Recursos Ambientais (CTF/APP) e do Relatório de Atividades Potencialmente Poluidoras e Utilizadoras de Recursos Ambientais (RAPP), propondo recomendações técnicas e normativas. O objetivo é aprimorar aspectos do instrumento. Para isso, a pesquisa fornece informações para a tomada de decisão dos gestores públicos, fundamentando o fortalecimento do instrumento e, conseqüentemente, da governança pública. Além disso, subsidia o atendimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), o Acordo de Escazú, entre outros.

**Palavras-chave:** empresas poluidoras; avaliação *ex post*; governança pública; desenvolvimento sustentável.

## 1 APRESENTAÇÃO

O Cadastro Técnico Federal Ambiental de Atividades Potencialmente Poluidoras e/ou Utilizadoras de Recursos Ambientais (CTF/APP) é obrigatório para pessoas físicas (PFs) e jurídicas (PJs) que atuam em atividades potencialmente poluidoras ou que utilizam recursos ambientais. Esse cadastro consiste em um instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) estabelecido pela Lei nº 6.938/1981 (Brasil, 1981).

O Relatório Anual de Atividades Potencialmente Poluidoras e Utilizadoras de Recursos Ambientais (RAPP) é obrigatório para todas as firmas que atuam em atividades enquadradas no anexo VIII da PNMA (Brasil, 1981, art. 17-C, § 1º). O empreendedor deve encaminhar até o dia 31 de março de cada ano o Relatório de Atividades Potencialmente Poluidoras e Utilizadoras de Recursos Ambientais (RAPP) referente às atividades desenvolvidas no ano anterior (Brasil, 1981).

O RAPP tem como principal propósito coletar informações sobre o processo produtivo das atividades cadastradas no CTF e seus efeitos adversos ao meio ambiente.<sup>5</sup> O acesso a essas informações pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) e sua disponibilização à sociedade civil são importantes no processo de monitoramento, controle e fiscalização ambiental, reforçando, assim, a consolidação dos princípios da transparência e responsabilidade estabelecidos no Acordo de Escazú.

1. DOI: <http://dx.doi.org/10.38116/radar76art2>

2. Técnico de planejamento e pesquisa na Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais, de Inovação, Regulação e Infraestrutura do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Diset/Ipea). *E-mail:* [bernardo.furtado@ipea.gov.br](mailto:bernardo.furtado@ipea.gov.br).

3. Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA), *campus* Jequié. *E-mail:* [olandalopes@ifba.edu.br](mailto:olandalopes@ifba.edu.br).

4. Estudante de engenharia de computação na Universidade de Brasília (UnB). *E-mail:* [ddos.emmanuel@gmail.com](mailto:ddos.emmanuel@gmail.com).

5. Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br/servicos/relatorios/atividades-poluidoras>. Acesso em: 3 jul. 2024.

Considerando que a implementação da PNMA foi instituída em 1981 e que, até onde verificamos, não há registro de estudos sobre a efetividade do instrumento CTF/APP, esta pesquisa tem como objetivo realizar uma primeira análise dos aspectos técnicos e jurídicos do cadastro e do respectivo relatório. Essa análise atende aos pressupostos da Emenda Constitucional nº 109/2021, art. 37, § 16 (Brasil, 2021), e obedece aos princípios da eficiência, *accountability* e responsabilidade social e ambiental nas ações da administração pública.

Nesse sentido, a questão de pesquisa que este estudo busca investigar é: quais são os potenciais, as oportunidades, as fragilidades e as limitações do CTF/APP e da base RAPP em relação aos aspectos normativos e técnicos da estrutura normativa e do desenho dessa política pública? Para responder a essa pergunta, aplicamos a matriz *strengths, weaknesses, opportunities e threats* – Swot (em português, forças, fraquezas, oportunidades e ameaças) para identificar as inconsistências no CTF e na base RAPP. Além disso, propomos contribuições e recomendações, com foco no fortalecimento desse instrumento da PNMA e do seu relatório, bem como na consolidação da governança pública.

## 2 ESCOPO DA ANÁLISE DO INSTRUMENTO CTF/APP E DA BASE RAPP

A análise dos aspectos normativos e técnicos do CTF/APP e da base RAPP abrangeu os seguintes aspectos:

- publicidade dos dados do RAPP (PF e PJ) para a sociedade civil;
- acessibilidade e inclusão social dos dados divulgados, conforme estabelecido pelo Estatuto da Pessoa com Deficiência (Brasil, 2015) e pela Lei nº 12.527/2011 (Brasil, 2011, art. 8º, § 3º, inciso VIII);
- exigência na Instrução Normativa (IN) do Ibama de evidências de autenticidade dos dados apresentados pelo empreendedor;
- conteúdo e requisitos exigidos na IN relacionados ao preenchimento do RAPP por atividade desenvolvida;
- integração da base RAPP com outras bases oficiais como o Sistema Nacional de Informação sobre Meio Ambiente (Sinima) e outras federais da área ambiental; e
- levantamento do número de empresas que são obrigadas por lei a se registrar no CTF, inclusive lacunas no envio do RAPP.

Em relação aos dados das bases (efluentes líquidos, poluentes atmosféricos, resíduos sólidos até 2012, resíduos sólidos a partir de 2012 e emissões atmosféricas) disponíveis no portal Dados Abertos,<sup>6</sup> foram avaliados os percentuais de falhas das informações para o período de 2002 a 2020, especificamente para os seguintes indicadores: i) quantidade de resíduos sólidos gerada; ii) coordenadas geográficas; iii) eficiência de tratamento de efluentes líquidos; iv) quantidade gerada de efluentes líquidos; v) quantidade de poluentes atmosféricos; e vi) emissões de CO<sub>2</sub>.

Para a contabilização das falhas da base, especificamente para a métrica ambiental percentual de eficiência do tratamento de efluentes, foram considerados os seguintes aspectos de valores: acima de 100%, abaixo de 0% e negativos, uma vez que tais referências não existem na legislação. As células vazias e caracteres ‘#’ também foram inseridos no cálculo.

As falhas dos outros indicadores foram contabilizadas por meio do levantamento de quantas linhas no total existiam por indicador/base e da contabilização da quantidade de células vazias e caracteres de ‘#’. Os valores zero

6. Disponível em: [https://dadosabertos.ibama.gov.br/pt\\_PT/organization/ibama](https://dadosabertos.ibama.gov.br/pt_PT/organization/ibama). Acesso em: 26 jul. 2023.

foram inseridos no cálculo também para os poluentes, uma vez que não é possível que uma empresa ativa, mesmo que seja de pequeno porte, não gere nenhuma quantidade de resíduos sólidos, por exemplo, durante todo o ano.

A base original bruta analisada apresenta problemas relativos ao preenchimento, com erros e omissões de informações, conforme o quadro 1. As informações de coordenadas geográficas apresentaram um número de falhas no preenchimento alto, com 100% de inconsistências para a base de resíduos sólidos a partir de 2012 e de emissões atmosféricas.

#### QUADRO 1

Falhas identificadas nas cinco bases disponibilizadas no portal Dados Abertos

Base efluentes		
Quantidade de efluentes	Eficiência de tratamento	Coordenadas geográficas
3,47%	0,02%	41,38%
Base poluentes atmosféricos		
Quantidade de poluentes atmosféricos		
6,76%		
Base resíduos sólidos até 2012		
Quantidade de resíduos	Coordenadas geográficas	
2,12%	56,96%	
Base resíduos sólidos a partir de 2012		
Quantidade de resíduos	Coordenadas geográficas	
0,19%	100%	
Base emissões		
Quantidade de emissões de CO <sub>2</sub>	Coordenadas geográficas	
1,4%	100%	

Elaboração dos autores.

Como parte da análise da pesquisa, realizamos a limpeza desses dados para remover informações incorretas (por exemplo, indicadores negativos, células vazias, dados incompatíveis com o padrão legal e padronização dos decimais). Em seguida, procedemos à organização e ao tratamento estatístico, gerando medianas, médias, desvio-padrão, valores mínimos e máximos, além de *boxplots*, entre outros.<sup>7</sup>

Finalmente, no procedimento metodológico, consultamos a legislação, realizamos pesquisa documental e levantamento bibliográfico relacionados à temática, além de coleta e análise de dados no *site* oficial do Ibama e no portal Dados Abertos.<sup>8</sup>

7. Esta base de dados filtrada, com o respectivo código de programação em Python, está disponível ao público no repositório do GitHub em: [https://github.com/olandialopes/base-de-dados\\_indicadores-ambientais](https://github.com/olandialopes/base-de-dados_indicadores-ambientais).

8. Disponível em: [https://dadosabertos.ibama.gov.br/pt\\_PT/organization/ibama](https://dadosabertos.ibama.gov.br/pt_PT/organization/ibama). Acesso em: 26 jul. 2023.

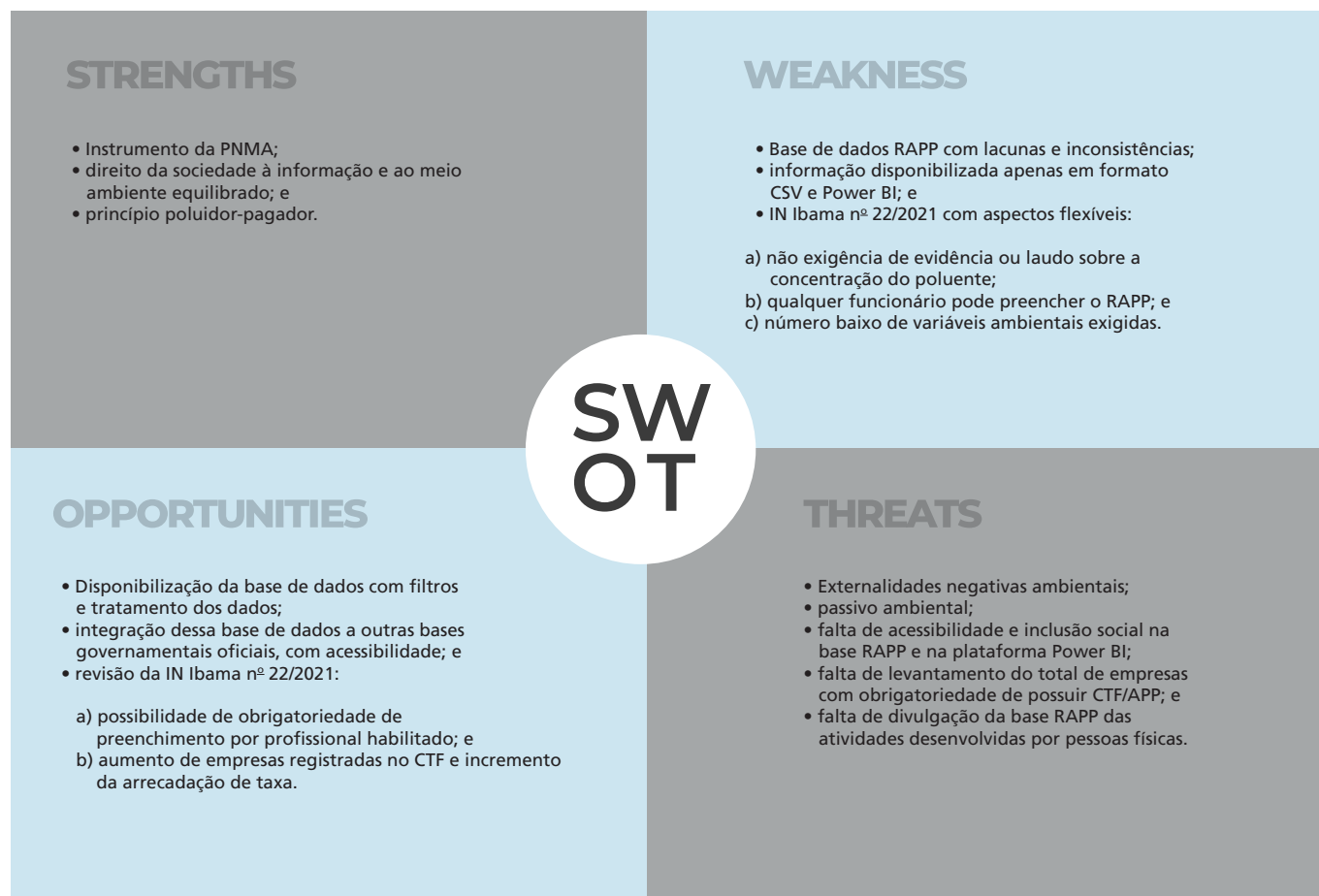


### 3 AVALIAÇÃO DO CTF/APP E BASE RAPP – ASPECTOS NORMATIVOS E TÉCNICOS

A matriz Swot foi utilizada para analisar as forças, fraquezas, oportunidades e ameaças do desenho da estrutura normativa do CTF/APP, do relatório RAPP e da respectiva base de dados, além do painel de informações do CTF/APP em Power BI (figura 1).

**FIGURA 1**

Matriz de Swot aplicada para análise do relatório RAPP e da plataforma do CTF/APP em Power BI



Elaboração dos autores.

Um aspecto que foi considerado como uma possível ameaça na matriz Swot é a falta de divulgação e publicidade da base RAPP referente ao CTF/APP das pessoas físicas, devido à possibilidade de prejudicar a representatividade da amostragem. Segundo informações do Ibama, essa base ultrapassa um milhão de cadastros. Se a razão para a não divulgação dos dados for a confidencialidade ou o sigilo das informações de pessoas físicas, existem maneiras de tornar essas informações públicas sem expor dados sensíveis, como nome, Cadastro de Pessoa Física (CPF), endereço da atividade e coordenadas geográficas.

Outro fator que pode ocasionar danos à representatividade da base e de disponibilização mais abrangente de informações ambientais sobre o empreendimento diz respeito ao número baixo de empresas cadastradas no CTF/APP. No painel do CTF/APP do Ibama, existem registradas apenas 485.170 firmas. Para alguns anos avaliados, esta série histórica não abrange nem 10% do número total de organizações disponibilizado na base oficial da Receita Federal, conforme dados do IBGE.

Para ter uma informação precisa desse total de firmas que têm a obrigatoriedade de realizar o referido cadastro, é necessário realizar um estudo mais detalhado, pois nem todas as empresas se enquadram no anexo VIII da PNMA e nas fichas técnicas de enquadramento (FTEs) do Ibama.

A falta de registro das empresas no CTF/APP gera perda de informação sobre o *status* da qualidade ambiental, pois, se a empresa não efetua o cadastro, também não encaminhará anualmente os dados via RAPP. Além disso, pode ocasionar também impacto negativo na arrecadação tributária, visto que as firmas que não possuem o supracitado registro também não pagam a taxa trimestral, pois são processos vinculados pela legislação.

Não encontramos relatório de auditoria específica ou levantamento total do número de empresas que possuem o CTF/APP e que não enviam anualmente o RAPP. O cruzamento dos dados do número de CTF/APPs por ano e da quantidade de RAPPs encaminhados é importante para mitigar o risco de perda de dados ambientais da base. É essencial realizar um diagnóstico com o panorama do número de empresas que são obrigadas por lei a registrar sua atividade no CTF/APP por ano e também de enviar o relatório anual, desde o ano da instituição deste instrumento.

Os dados disponíveis na base e no *site* oficial do Ibama necessitam de ajustes para atender integralmente aos critérios e requisitos de acessibilidade e inclusão social dispostos no Estatuto das Pessoas com Deficiência (Brasil, 2015) e na Lei de Acesso à Informação (Brasil, 2011, art. 8º, § 3º, inciso VIII).

Outro aspecto que precisa de aprimoramento trata-se da falta de integração da base RAPP ao Sinima e a outras bases oficiais da área ambiental. Esse aspecto pode fragilizar a PNMA e o Sinima, pois pode comprometer o direito de acesso à informação e se tornar um entrave para o uso dos dados na tomada de decisão.

O estudo levantou oportunidades de melhorias no texto da IN nº 22/2021 do Ibama, tais como as citadas a seguir.

- 1) Falta de previsão de envio de informações sobre os parâmetros físicos, químicos e biológicos, como pH, OD, DBO, coliformes termotolerantes para a variável efluentes líquidos. A solicitação de dados apenas da quantidade gerada de águas residuárias geradas e de percentual de eficiência de tratamento não atendem ao padrão legal instituído pela Resolução Conama nº 357/2005.
- 2) Não há menção da quantidade anual removida de CO<sub>2</sub> por firma por meio de atividades antrópicas por sumidouros. Só é solicitada a quantidade gerada por atividade ou empreendimento, dessa forma, não é possível prever a geração líquida de CO<sub>2</sub> por empresa.
- 3) Não existe uma exigência na IN do Ibama de o preenchimento do relatório anual ser realizado de forma exclusiva por um profissional habilitado nem a obrigatoriedade de comprovação dos dados autodeclarados.
- 4) No guia de preenchimento do RAPP, não foi localizada informação sobre a obrigatoriedade de envio de dados de coordenadas para a base poluentes atmosféricos.

## 4 MELHORIAS E RECOMENDAÇÕES PARA O CTF/APP E O RAPP

Dada a análise do item anterior, recomendamos a revisão da IN nº 22/2021 do Ibama nos seguintes aspectos:

- complementar informações e variáveis ambientais indispensáveis ao monitoramento e controle ambiental, como exigir o encaminhamento de dados sobre parâmetros físicos, químicos e biológicos dos efluentes líquidos, conforme Resolução Conama nº 357/2005 (Brasil, 2005);
- acrescentar na IN a necessidade de preenchimento do total removido de dióxido de carbono por atividades de sumidouro, para que seja possível prever a geração líquida de CO<sub>2</sub> por empresa;
- determinar como obrigatório o preenchimento do formulário RAPP de forma exclusiva pelo responsável técnico, com emissão e envio junto com o RAPP da Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) do

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (Crea) ou de outros conselhos profissionais aplicáveis. Nossa sugestão é que a IN poderia ser mais explícita na redação do art. 13, substituindo “poderá” por “deverá”, pois a hipótese levantada é que essa medida pode auxiliar na redução de falhas e lacunas no preenchimento do RAPP. É essencial avaliar o impacto econômico desta medida para as microempresas, analisando a viabilidade de oferecer um tratamento diferenciado, como a isenção ou dispensa;

- exigir, na referida IN, comprovação de dados dos poluentes declarados no RAPP, por meio de envio de evidências como laudo técnico, relatórios, entre outros. Essa sugestão melhoraria a representatividade da base e a autenticidade dos dados; e
- incluir na IN a exigência de coordenadas para todas as atividades que necessitem preencher esse relatório, dado o papel crucial dessa variável no controle e monitoramento ambiental.

Considerando o baixo número de empresas inscritas no CTF/APP e que essa situação interfere na representatividade e robustez da base, propõe-se uma abordagem mais proativa para a condução do registro das empresas nesse cadastro, com a ampliação dos acordos técnicos de cooperação (ACTs) do Ibama com os órgãos estaduais do Sistema Nacional de Meio Ambiente (Sisnama) em todas as Unidades Federativas.

Nesse sentido, a sugestão é que os órgãos estaduais também exijam a comprovação do CTF/APP para as atividades classificadas nas FTEs do Ibama durante o processo de licenciamento ambiental. Outra recomendação é incluir nesses acordos as secretarias de meio ambiente dos municípios, para exigir também o cadastro para as firmas que têm obrigatoriedade legal, visando obter uma maior cobertura e efetividade na adesão das firmas e pessoas físicas ao CTF/APP e ao relatório anual.

Sugerimos ainda outras propostas para aprimorar esse cadastro técnico e a base RAPP, tais como:

- aperfeiçoar o código de programação que gera as planilhas do RAPP, com a finalidade de evitar colocar zero em local no qual não há informação, pois pode produzir ambiguidade na interpretação, por exemplo, se não foi informado ou se realmente o valor é zero. Além disso, é necessário habilitar o algoritmo para não permitir deixar as abas sem nenhuma informação. Outra ação necessária trata-se de colocar faixas de valores para as variáveis com padrão legal, para evitar erros no preenchimento;
- divulgar a base RAPP das atividades concernentes à pessoa física, após remoção de dados pessoais como nome e CPF;
- organizar todos os dados da base para pessoas jurídicas e pessoas físicas na plataforma *online* do CTF, com tutorial (em vídeo e escrito), com o atendimento de aspectos de acessibilidade e inclusão social. Os gestores teriam mais acesso à informação para tomada de decisão, e a comunidade teria seu direito à informação ambiental garantido, permitindo a participação e o controle social; e
- utilizar análise de dados sistemática para correlacionar os dados das empresas que têm o cadastro por ano com a base que contém informações do envio do RAPP anualmente. Essa medida reduziria possíveis problemas de falta de envio do RAPP pelas empresas, refletindo no aumento de informação sobre os efeitos adversos ao meio ambiente e no fortalecimento da governança ambiental.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise realizada sugere que há necessidade da estruturação de um plano de ação, com a finalidade de solucionar as inconsistências identificadas. Espera-se que a implementação dessas ações aprimore o processo de monitoramento da qualidade ambiental das empresas, bem como a garantia de acesso à informação ambiental, subsídio à tomada de decisão pelos formuladores de políticas ambientais e ao fortalecimento da governança pública.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2 set. 1981. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6938.htm). Acesso em: 3 jul. 2024.

BRASIL. Resolução Conama nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 18 mar. 2005. Disponível em: [www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf](http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf). Acesso em: 10 fev. 2024.

BRASIL. Lei nº 12.527, de 18 de novembro de 2011. Regula o acesso a informações previsto no inciso XXXIII do art. 5º, no inciso II do § 3º do art. 37 e no § 2º do art. 216 da Constituição Federal; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 18 nov. 2011. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2011/lei/l12527.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/lei/l12527.htm).

BRASIL. Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). **Diário Oficial da União**, Brasília, 7 jul. 2015. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2015-2018/2015/Lei/L13146.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Lei/L13146.htm).

BRASIL. Emenda Constitucional nº 109, de 15 de março de 2021. Altera os arts. 29-A, 37, 49, 84, 163, 165, 167, 168 e 169 da Constituição Federal e os arts. 101 e 109 do Ato das Disposições Constitucionais Transitórias; acrescenta à Constituição Federal os arts. 164-A, 167-A, 167-B, 167-C, 167-D, 167-E, 167-F e 167-G. **Diário Oficial da União**, Brasília, 16 mar. 2021. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/Emendas/Emc/emc109.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/Emendas/Emc/emc109.htm). Acesso em: 20 mar. 2024.

## BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

BRASIL. Lei Complementar nº 140, de 8 de dezembro de 2011. Fixa normas para a cooperação entre a União, os estados, o Distrito Federal e os municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum. **Diário Oficial da União**, Brasília, 9 jan. 2024.

BRASIL. Presidência da República. **Avaliação de políticas públicas**: guia prático de análise *ex post*. Brasília: Casa Civil da Presidência da República, 2018. v. 2.



# A LIDERANÇA NEGRA NOS GRUPOS DE PESQUISA NO BRASIL: UM PANORAMA REGIONAL DE 2000 A 2023<sup>1</sup>

Tulio Chiarini<sup>2</sup>

Larissa Pereira<sup>3</sup>

Carla Pereira Silva<sup>4</sup>

Vitor Marinho<sup>5</sup>

## SINOPSE

O último Censo do Diretório dos Grupos de Pesquisa 2023 publicizou dados sobre sexo e cor/raça dos membros vinculados aos grupos de pesquisa para todos os censos, desde 2000. Tal divulgação proporciona uma compreensão mais ampla da diversidade entre os membros desses grupos e como essa diversidade tem evoluído ao longo do tempo. Este breve texto apresenta a participação negra (pretos e pardos) na liderança dos grupos de pesquisa, no período 2000-2023, com recorte regional. Os dados demonstram que, apesar do aumento na liderança negra em todas as regiões, esses percentuais são inferiores à representação na população brasileira.

**Palavras-chave:** grupos de pesquisa; liderança negra; líderes; negros; região.

## 1 INTRODUÇÃO

A atividade científica contemporânea migrou da lógica da pesquisa realizada por cientistas individuais para uma produção baseada em equipes (Wuchty, Jones e Uzzi, 2007). Assim, a pesquisa ocorre normalmente de forma coletiva, organizada em equipes, isto é, grupos de pesquisa. Esses grupos são composições de recursos humanos que incluem pesquisadores como professores, graduados, pós-graduados e estagiários em nível pós-doutoral, além de estudantes de iniciação científica ou tecnológica, de graduação e pós-graduação, e profissionais técnicos. Os grupos se organizam em torno de uma liderança científica, que estabelece a hierarquia e organiza o grupo. O líder se destaca por sua experiência e competência no campo científico e tecnológico.

No Brasil, os grupos de pesquisa em universidades, as instituições isoladas de ensino superior, os institutos de pesquisa e alguns centros de pesquisa e desenvolvimento de empresas estatais começaram a ser formalmente catalogados na década de 1990, por iniciativa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq (Chiarini *et al.*, 2022).

O sistema que organiza as informações sobre esses grupos é o Diretório dos Grupos de Pesquisa (DGP), vinculado à plataforma Lattes. Periodicamente, o CNPq divulga os resultados do censo dos grupos de pesquisa. O último censo, de 2023, não apenas apresentou os dados sobre sexo e cor/raça dos membros vinculados aos

1. DOI: <http://dx.doi.org/10.38116/radar76art3>

2. Analista em ciência e tecnologia no Centro de Pesquisa em Ciência, Tecnologia e Sociedade da Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais, de Inovação, Regulação e Infraestrutura do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Diset/Ipea). *E-mail:* tulio.chiarini@ipea.gov.br.

3. Pesquisadora bolsista do Subprograma de Pesquisa para o Desenvolvimento Nacional (PNPD) no Centro de Pesquisa em Ciência, Tecnologia e Sociedade da Diset/Ipea. *E-mail:* larissa.pereira@ipea.gov.br.

4. Professora no Instituto Federal do Norte de Minas Gerais (INFMG), *campus* Diamantina. *E-mail:* carllaps@gmail.com.

5. Pesquisador bolsista do PNPD na Diset/Ipea. *E-mail:* vitormarinho102@gmail.com.

grupos de pesquisa para o ano corrente, mas também disponibilizou essas variáveis para todos os censos anteriores, desde 2000. Essa abertura de dados possibilita uma compreensão mais ampla da diversidade entre os líderes desses grupos e de como essa diversidade tem evoluído ao longo do tempo.

Embora haja um conjunto crescente e importante de produções que utilizam os dados do DGP de anos anteriores (Chiarini *et al.*, 2022), os recortes baseados nas características individuais dos líderes dos grupos ainda são incipientes. Existem trabalhos com foco na participação feminina nos grupos de pesquisa (Albuquerque, 2020; Andrade, Macedo e Oliveira, 2014; Aquino, 2006; Carvalho, 2020; Souza e Ferreira, 2013; Dias *et al.*, 2019; Oliveira, 2017; Oliveira, Mello e Rigolin, 2020; Quintão, Barreto e Menezes, 2021; Santiago, Affonso e Dias, 2020; Santos, 2016), porém são estudos em áreas específicas do conhecimento e não têm como unidade de análise o líder do grupo. Em relação a trabalhos com recorte de cor/raça, não foram identificados estudos que utilizem os dados do DGP.

O objetivo deste breve texto é apresentar resultados preliminares de um estudo em andamento sobre a participação de negros na liderança dos grupos de pesquisa no Brasil, considerando como negros os indivíduos que se autodeclararam pretos ou pardos, no período 2000-2023, com recorte regional.

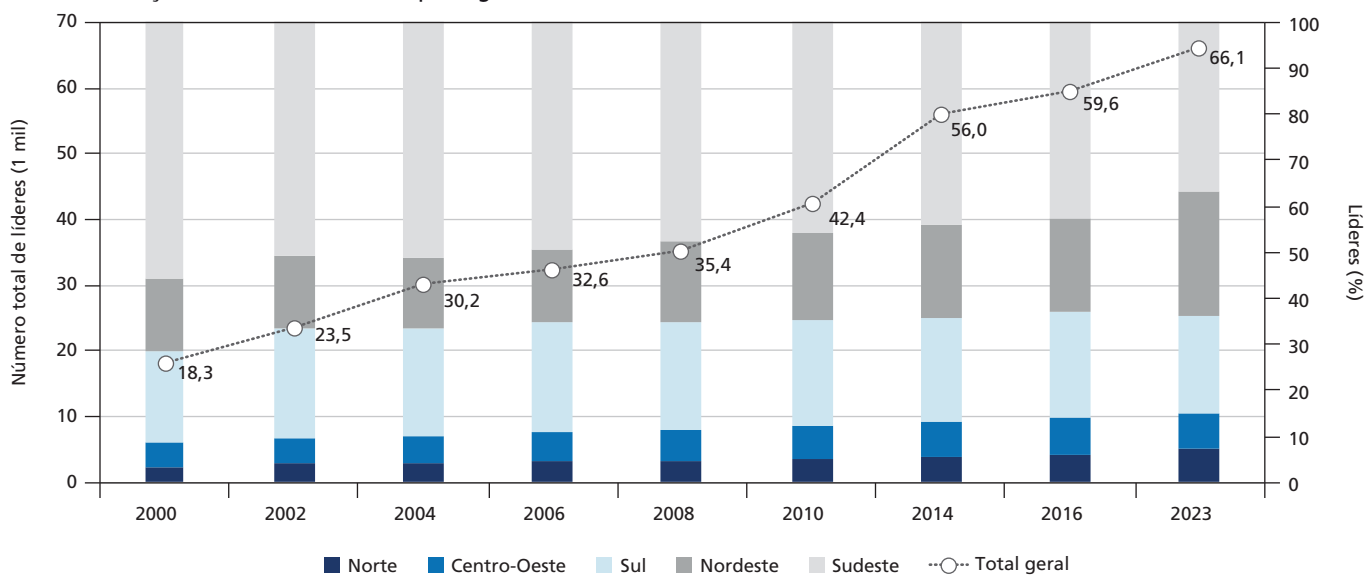
## 2 A LIDERANÇA NEGRA NOS GRUPOS DE PESQUISA NO BRASIL REGIONAL

Considerando a distribuição não homogênea dos grupos de pesquisa nas diferentes regiões brasileiras, é essencial analisar primeiramente a distribuição dos líderes em todo o território nacional, antes de examinar os dados sobre a liderança negra por região (gráfico 1).

Os dados indicam que, ao longo do tempo, o Sudeste tem sido a região com o maior número de líderes, embora esse percentual em relação ao total tenha diminuído. Em contrapartida, os líderes dos grupos no Nordeste e no Norte, em termos absolutos e relativos, têm crescido; no entanto, a região Norte segue sendo aquela com o menor número de líderes.

**GRÁFICO 1**

Distribuição do número de líderes<sup>1</sup> por região (2000-2023)



Fonte: DGP/CNPq. Disponível em: <https://lattes.cnpq.br/web/dgp>.

Elaboração dos autores.

Nota: <sup>1</sup> Independentemente de cor e sexo.

Analisando os dados da distribuição de líderes por sexo e cor/raça na região Centro-Oeste no período 2000-2023 (gráfico 2), observam-se algumas tendências. Ao longo desses anos, a proporção de homens brancos entre os líderes permaneceu relativamente estável, variando de 35,1% em 2000 para 31,2% em 2023. Todavia, a proporção de mulheres brancas aumentou ligeiramente, passando de 24,1% para 31,9% no mesmo período. No que diz respeito aos líderes negros, tanto homens quanto mulheres, houve um aumento em suas representações ao longo do período analisado. Em 2000, os homens negros representavam 6,0% do total de pesquisadores na região, enquanto as mulheres negras representavam 4,2%. No entanto, em 2023, essas proporções aumentaram, com os homens negros passando para 13,7%, e as mulheres negras, para 10,5%.

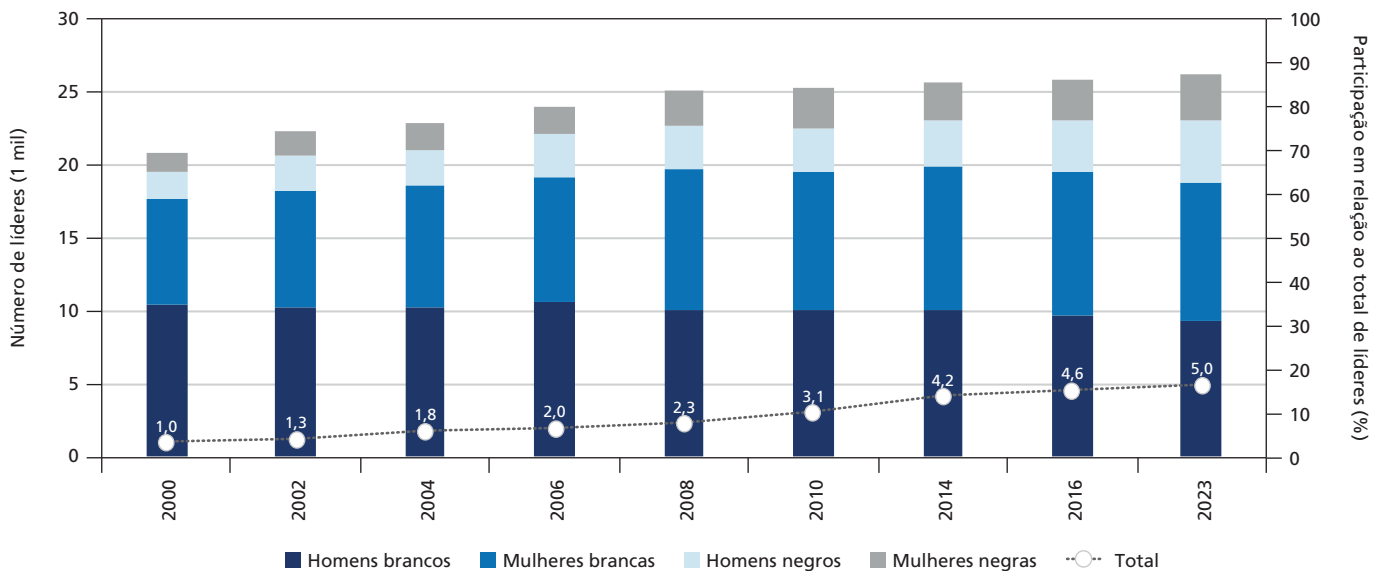
Em relação à região Nordeste, por sua vez, ao longo dos anos, a proporção de homens brancos entre os líderes dos grupos apresentou um decréscimo, variando de 27,8% em 2000 para 24,9% em 2023. Contudo, a proporção de mulheres brancas obteve um acréscimo, variando de 21,5% em 2000 para 24,0% em 2023. Em relação aos líderes negros, tanto homens quanto mulheres, houve um aumento em suas representações ao longo do período analisado. Em 2000, os homens negros representavam 12,9% do total de líderes na região, enquanto as mulheres negras representavam 9,4%. Entretanto, em 2023, essas proporções aumentaram, com os homens negros representando 19,6%, e as mulheres negras representando 18,1% do total de líderes na região.

Na região Norte, em relação aos líderes homens brancos, houve uma relativa queda na participação de 25,7% do total de líderes na região em 2000 para 23,3% em 2023, enquanto as mulheres brancas tiveram um relativo aumento de 15,5% para 20,6%. Por sua vez, a representação da liderança negra na região, tanto homens quanto mulheres, apresentou um aumento ao longo do período analisado. Em 2000, os homens negros passaram de 21,3% do total de líderes na região para 24,9% em 2023, enquanto as mulheres negras passaram de 11,7% para 19,4%.

## GRÁFICO 2

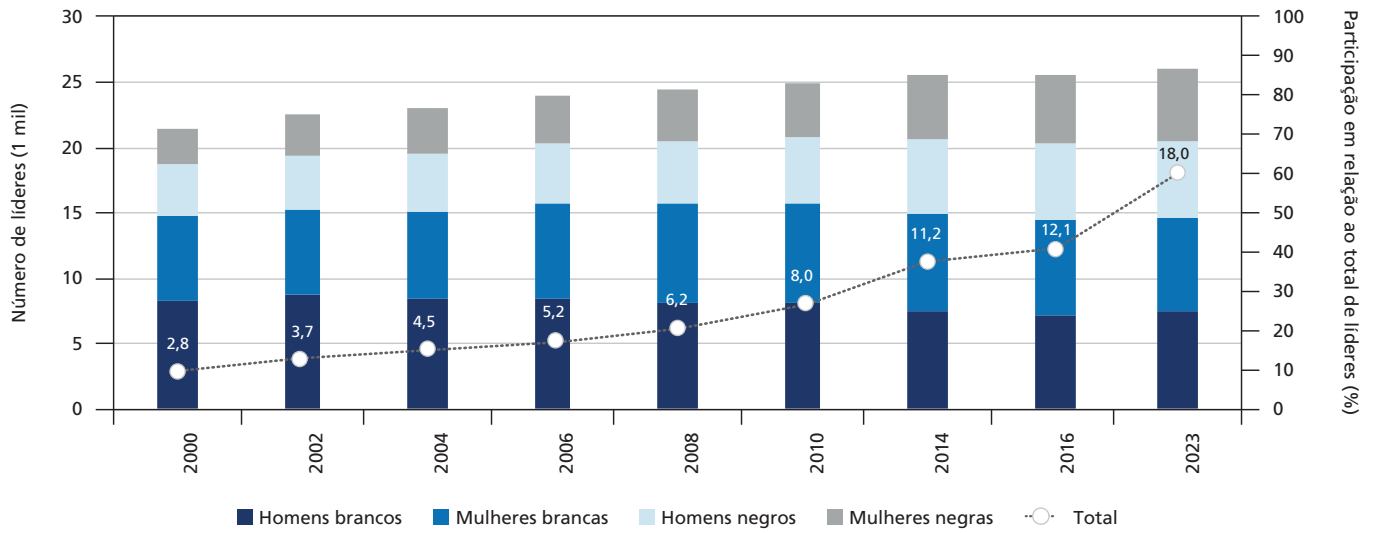
Líderes dos grupos de pesquisa, por sexo, cor/raça e região (2000-2023)

2A – Centro-Oeste

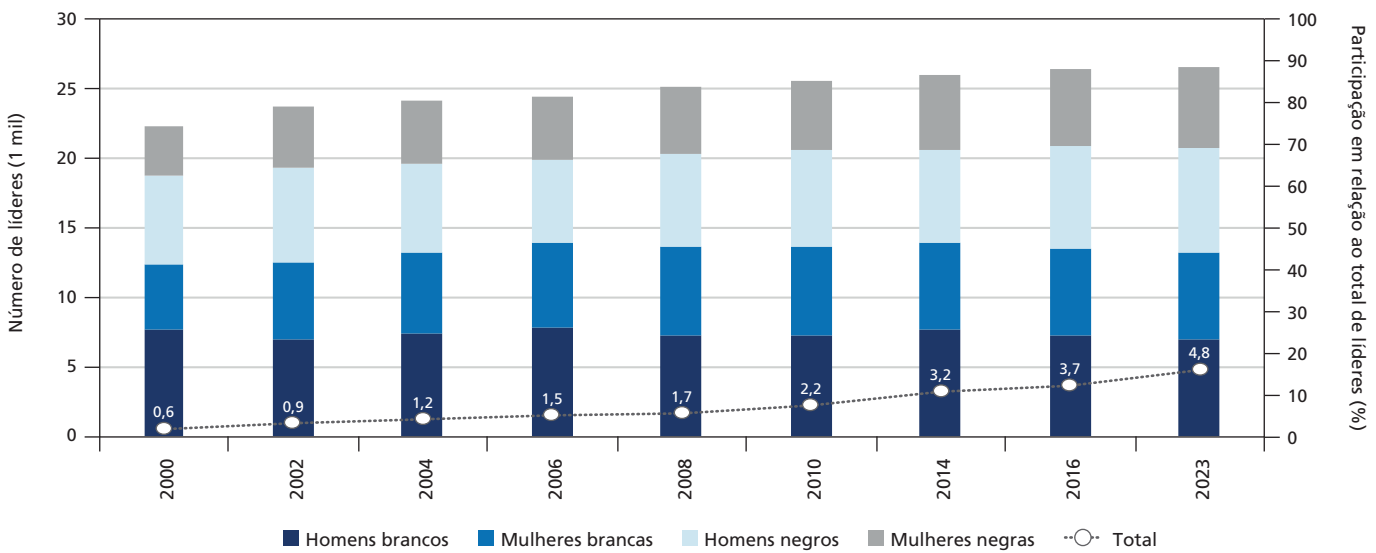




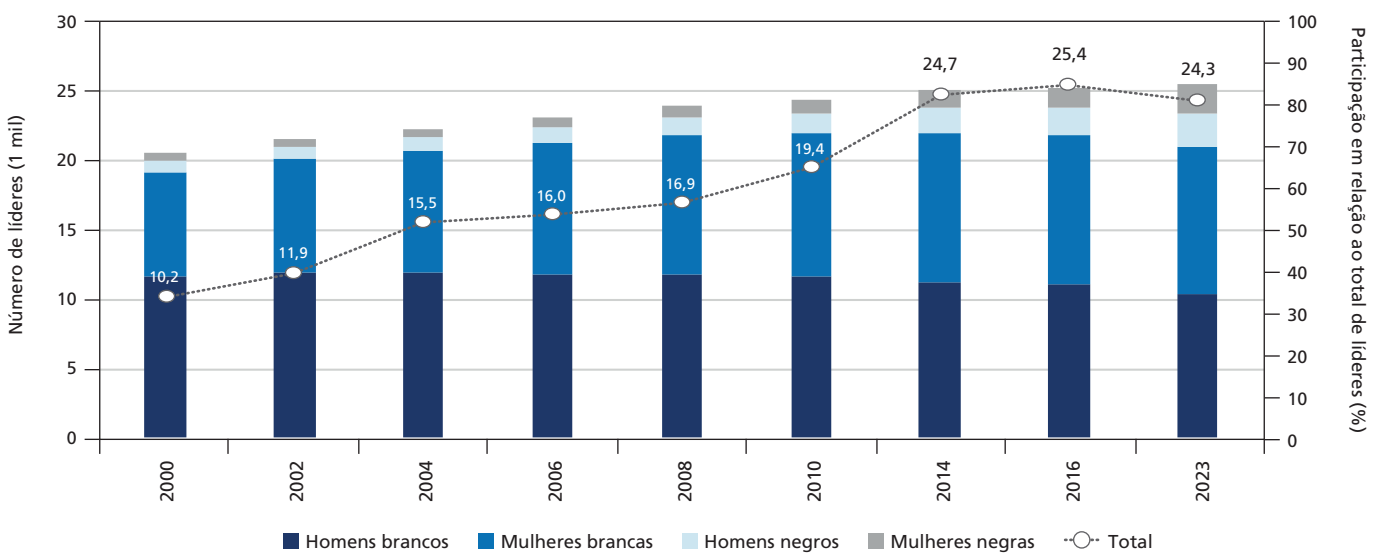
2B – Nordeste

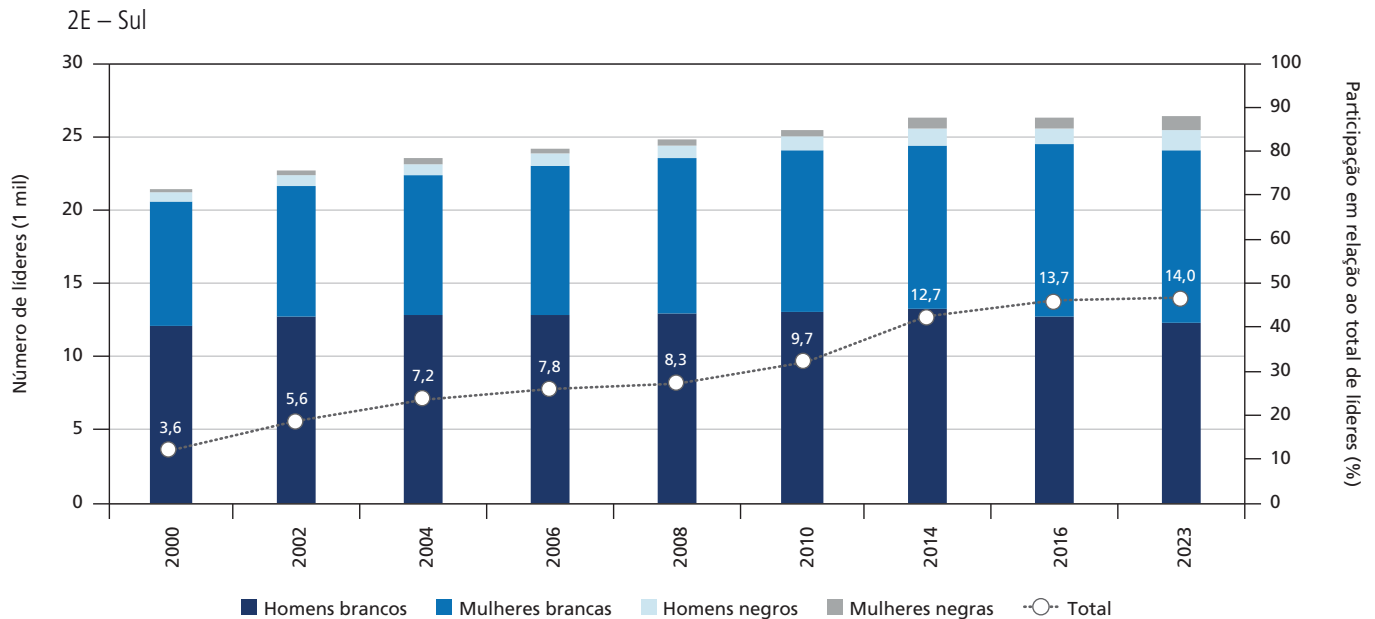


2C – Norte



2D – Sudeste





Fonte: DGP/CNPq. Disponível em: <https://lattes.cnpq.br/web/dgp>.

Elaboração dos autores.

Obs.: Os dados apresentados referem-se apenas aos indivíduos autodeclarados brancos e negros (pretos e pardos). Contudo, os percentuais apresentados são calculados sobre o total de líderes, que engloba também os indivíduos autodeclarados amarelos e indígenas e os que não desejaram declarar, não informaram ou deixaram a variável sem preenchimento. Sendo assim, considerando a existência de grupos não discriminados na análise, a soma dos percentuais observados não corresponderá a 100%. Os *missings* de cor/raça (soma dos indivíduos que não desejaram declarar, não informaram ou deixaram a variável sem preenchimento) para os líderes dos grupos foi de 28,2% em 2000, e esse valor caiu para 11,6% em 2023. Por fim, cumpre destacar que a informação sobre cor/raça é coletada por autodeclaração por meio do currículo Lattes. Dessa forma, qualquer alteração nos currículos é refletida no DGP e em todos os demais painéis do CNPq por meio de atualizações. Portanto, em futuros censos do DGP, os dados sobre cor/raça de anos anteriores podem sofrer alterações à medida que as pessoas mudem a forma como se identificam racialmente ou decidam declarar/informar tal característica.

Ao analisar os dados na região Sudeste, observa-se que há uma predominância da liderança de cor branca, tanto homens quanto mulheres, ao longo de todo o período. Em 2000, os homens brancos representavam 38,7% do total de líderes na região, enquanto as mulheres brancas representavam 25,2%. Em 2023, essas proporções foram alteradas, com os homens brancos representando 34,5%, e as mulheres brancas, 35,5%. Em contrapartida, a representação de líderes negros, tanto homens quanto mulheres, aumentou ao longo do tempo. Em 2000, os homens negros representavam 2,8% do total de líderes na região, enquanto as mulheres negras representavam 1,7%. Todavia, em 2023, essas proporções aumentaram, com os homens negros representando 8,1%, e as mulheres negras, 7,0%.

Finalmente, na região Sul, também se observa a predominância da liderança branca ao longo de todo o período. Em 2000, os homens brancos representavam 40,3% do total de líderes na região, enquanto as mulheres brancas, 28,4%. A proporção de homens brancos se manteve relativamente estável ao longo dos anos, com pequenas variações, e em 2023 representavam 41,1%. As mulheres brancas, por sua vez, passaram a representar 39,1% em 2023. A representação de pesquisadores negros na liderança dos grupos, tanto homens quanto mulheres, cresceu ao longo do período analisado, embora em uma escala menor, em comparação às mulheres brancas. Em 2000, os homens negros representavam 1,8% do total de líderes na região, enquanto as mulheres negras, 0,9%. Contudo, em 2023, essas proporções aumentaram para 4,7% e 3,2% respectivamente.

### 3 DISCUSSÃO

A decisão de analisar as características individuais dos líderes dos grupos de pesquisa considerando sexo e cor/raça é significativa, pois, de acordo com o CNPq,<sup>6</sup>

O pesquisador líder de grupo é o personagem que detém a liderança acadêmica e intelectual no seu ambiente de pesquisa. Normalmente, tem a responsabilidade de coordenação e planejamento dos trabalhos de pesquisa do grupo. Sua função aglutina os esforços dos demais pesquisadores e aponta horizontes e novas áreas de atuação dos trabalhos. Um grupo pode admitir até dois líderes, denominados 1º Líder e 2º Líder.

Ainda de acordo com o CNPq,<sup>7</sup>

O 1º líder e o 2º líder têm exatamente o mesmo “valor” no DGP. Essa diferenciação só aparece no “Formulário Grupo”, e serve para identificar o responsável pelo preenchimento das informações, que é o 1º líder (até porque, grande parte dos grupos tem apenas um líder). O sistema não permite que ambos os líderes acessem o mesmo formulário para evitar problemas com o acesso simultâneo e contradições de informações.

Portanto, a figura do líder desempenha um papel essencial no contexto do grupo de pesquisa, sendo fundamental para a organização e o registro adequado de suas informações. Além do poder simbólico de reconhecimento e prestígio (Merton, 1968), o líder detém o poder de definir as áreas de atuação do grupo, sendo responsável por registrar novas linhas de pesquisa, convidar novos integrantes, incluindo colaboradores estrangeiros, gerenciar as interações com outras instituições para a realização dos projetos de pesquisa, cadastrar a propriedade de equipamentos, instrumentos e *softwares* relevantes, informar participações em redes de pesquisa e as repercussões do trabalho do grupo, entre outras atribuições que influenciam diretamente o funcionamento e a dinâmica do grupo de pesquisa (Latour e Woolgar, 1986).

Ao possuir a autoridade de incluir e excluir membros, o líder tem o poder de criar grupos de pesquisa mais ou menos diversos e tem a capacidade de influenciar a agenda científica e tecnológica, direcionando pesquisas para áreas que considera prioritárias (Latour e Woolgar, 1986).

Todos os conhecimentos – empíricos, intuitivos, populares – têm marcas finais das comunidades que os produzem. Logo, todo pensamento humano parte de vidas socialmente determinadas (Harding, 1993). Desse modo, é possível concluir que, assim como nas sociedades em geral existem agentes sociais dominantes e dominados, na produção de conhecimento científico e tecnológico também há hierarquizações.

Implicados nas produções do conhecimento, existem marcadores de sexo, gênero, raça/cor e classe social do pesquisador implícitos nos critérios de neutralidade, objetividade e universalidade da desejada racionalidade científica (Oliveira, 2018). Assim, para que se construam conhecimentos abrangentes e confiáveis, é imprescindível a existência de diversidade entre os líderes dos grupos de pesquisa. De acordo com Harding (2015), a diversidade desejada não é a da mera presença física, embora valorizá-la seja um primeiro passo. Em vez disso, o que se deseja é o tipo de diversidade que respeite os valores e interesses de todos os cidadãos, protegendo os grupos mais vulneráveis econômica e politicamente.

Assim, embora a população negra brasileira represente 55,5% do total, conforme dados do Censo Demográfico 2022 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE),<sup>8</sup> a liderança de pesquisa por negros representa 22,6% do total de líderes em 2023. Além disso, ainda de acordo com dados do IBGE, apesar de as regiões Sudeste e Sul serem aquelas com menor percentual de negros – 49,3% e 26,7%, respectivamente –, o

6. Disponível em: [https://lattes.cnpq.br/web/dgp/glossario?p\\_p\\_id=54\\_INSTANCE\\_QoMcDQ9EVoSc&\\_54\\_INSTANCE\\_QoMcDQ9EVoSc\\_struts\\_action=%2Fwiki\\_display%2Fview&\\_54\\_INSTANCE\\_QoMcDQ9EVoSc\\_nodeName=Main&\\_54\\_INSTANCE\\_QoMcDQ9EVoSc\\_title=L%C3%ADder+de+grupo+de+pesquisa](https://lattes.cnpq.br/web/dgp/glossario?p_p_id=54_INSTANCE_QoMcDQ9EVoSc&_54_INSTANCE_QoMcDQ9EVoSc_struts_action=%2Fwiki_display%2Fview&_54_INSTANCE_QoMcDQ9EVoSc_nodeName=Main&_54_INSTANCE_QoMcDQ9EVoSc_title=L%C3%ADder+de+grupo+de+pesquisa).

7. Disponível em: [https://lattes.cnpq.br/web/dgp/glossario?p\\_p\\_id=54\\_INSTANCE\\_QoMcDQ9EVoSc&\\_54\\_INSTANCE\\_QoMcDQ9EVoSc\\_struts\\_action=%2Fwiki\\_display%2Fview&\\_54\\_INSTANCE\\_QoMcDQ9EVoSc\\_nodeName=Main&\\_54\\_INSTANCE\\_QoMcDQ9EVoSc\\_title=L%C3%ADder+de+grupo+de+pesquisa](https://lattes.cnpq.br/web/dgp/glossario?p_p_id=54_INSTANCE_QoMcDQ9EVoSc&_54_INSTANCE_QoMcDQ9EVoSc_struts_action=%2Fwiki_display%2Fview&_54_INSTANCE_QoMcDQ9EVoSc_nodeName=Main&_54_INSTANCE_QoMcDQ9EVoSc_title=L%C3%ADder+de+grupo+de+pesquisa).

8. Disponível em: <https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/>.

percentual da liderança negra nos grupos de pesquisa é muito inferior (15,1% e 7,9%). Nas demais regiões, os negros são maioria entre a população: no Norte, 76,0%; no Nordeste, 72,6%; e no Centro-Oeste, 61,6%. Contudo, em termos de liderança de grupos de pesquisa, eles representam 44,3%, 37,7% e 24,2%. Do ponto de vista interseccional (Collins e Bilge, 2021), mulheres negras líderes de grupos de pesquisa são sub-representadas.

Ampliar a participação negra, sobretudo de mulheres negras, na liderança de grupos de pesquisa é importante não apenas para aumentar as oportunidades inovativas, mas também para construir virtudes de justiça entre aqueles que pesquisam e inovam.

## REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, J. P. de. **Segurança alimentar e nutricional no Brasil: reflexões sobre o campo científico e características dos grupos de pesquisa**. 2020. 186 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Limeira, 2020.
- ANDRADE, L. F. S.; MACEDO, A. dos S.; OLIVEIRA, M. de L. S. A produção científica em gênero no Brasil: um panorama dos grupos de pesquisa de administração. **RAM: Revista de Administração Mackenzie**, v. 15, n. 6, p. 48-75, dez. 2014.
- AQUINO, E. M. L. Gênero e saúde: perfil e tendências da produção científica no Brasil. **Revista de Saúde Pública**, v. 40, p. 121-132, ago. 2006.
- CARVALHO, C. C. B. de. **Gênero e pesquisa médica: um estudo das bolsistas de produtividade e dos grupos de pesquisa do Brasil**. 2020. 167 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2020.
- CHIARINI, T. *et al.* **Diretório dos grupos de pesquisa do CNPq: trajetória e contribuições acadêmicas**. Brasília: Ipea, 2022. (Texto para Discussão, n. 2801).
- COLLINS, P. H.; BILGE, S. **Interseccionalidade**. São Paulo: Boitempo, 2021.
- DIAS, A. *et al.* Network centrality analysis in management and accounting sciences. **RAUSP Management Journal**, v. 55, n. 2, p. 207-226, 9 dez. 2019.
- HARDING, S. Rethinking standpoint epistemology: what is “strong objectivity”. *In*: ALCOFF, L.; POTTER, E. (Org.). **Feminist epistemologies**. Nova York: Routledge, 1993. p. 49-82.
- HARDING, S. **Objectivity & diversity: another logic of scientific research**. Chicago: The University of Chicago Press, 2015.
- LATOUR, B.; WOOLGAR, S. **Laboratory life: the construction of scientific facts**. Princeton: Princeton University Press, 1986.
- MERTON, R. The matthew effect in science: the reward and communication systems of science are considered. **Science**, v. 159, n. 3810, p. 56-63, 1968.
- OLIVEIRA, J. R. de. **A participação feminina nos grupos de pesquisa sobre tecnologia da informação no Brasil**. 2017. 106 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2017.
- OLIVEIRA, J. R. de; MELLO, L. C.; RIGOLIN, C. C. D. Participação feminina na pesquisa sobre tecnologia da informação no Brasil: grupos de pesquisa e produção científica de teses e dissertações. **Cadernos Pagu**, v. 58, p. 1-51, 2020.
- OLIVEIRA, M. da G. de. Os sons do silêncio: interpelações feministas decoloniais à História da historiografia. **História da Historiografia: International Journal of Theory and History of Historiography**, v. 11, n. 28, 8 dez. 2018.
- QUINTÃO, C. C. A.; BARRETO, L. S. da C.; MENEZES, L. M. de. A reflection on the role of women in science, dentistry and Brazilian orthodontics. **Dental Press Journal of Orthodontics**, v. 26, n. 2, p. 1-44, 2021.
- SANTIAGO, M. de O.; AFFONSO, F.; DIAS, T. M. R. Scientific production of women in Brazil. **TransInformação**, v. 32, p. 1-11, 2020.
- SANTOS, E. R. **Produção do conhecimento dos líderes de grupos de pesquisa que estudam educação e/ou ética em enfermagem**. 2016. 82 f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Enfermagem, Univesidade Federal da Bahia, Salvador, 2016.

SOUZA, C. G. de; FERREIRA, M. L. A. Researchers profile, co-authorship pattern and knowledge organization in information science in Brazil. **Scientometrics**, v. 95, n. 2, p. 673-687, 30 maio 2013.

WUCHTY, S.; JONES, B. F.; UZZI, B. The increasing dominance of teams in production of knowledge. **Science**, v. 316, n. 5827, p. 1036-1039, 2007.

# ESTRUTURAS PRODUTIVAS REGIONAIS COM MATRIZES INSUMO-PRODUTO E ILUSTRAÇÃO DE APLICAÇÃO AMBIENTAL<sup>1</sup>

Bernardo Alves Furtado<sup>2</sup>

Gustavo L. Rocha Lima<sup>3</sup>

Olandia Ferreira Lopes<sup>4</sup>

## SINOPSE

Este artigo apresenta uma alternativa para a regionalização da matriz de insumo-produto, permitindo análises econômicas detalhadas em diferentes escalas, ao considerar as especificidades produtivas de cada região. Decompondo a matriz de coeficientes técnicos em submatrizes flexíveis, é possível representar as necessidades de insumos dos setores regionais como sendo produzidos localmente por agrupamentos de municípios ou pelo restante do país. Dessa forma, é possível avaliar a suficiência da produção local e a necessidade de importar insumos de outras regiões. Utilizamos o quociente de localização simples (SLQ) e o quociente de localização cruzada entre indústrias (CILQ), além da extensão proposta por Flegg, Webber e Elliott (1995) e empregada por Pangallo *et al.* (2023), para medir a concentração regional das atividades setoriais. Esta metodologia aprimora a capacidade de identificar setores-chave e prever impactos econômicos e ambientais, fornecendo uma ferramenta robusta para a formulação e análise de políticas regionais e ambientais.

**Palavras-chave:** matriz de *input-output*; planejamento regional; análise econômica; avaliação ambiental.

## 1 INTRODUÇÃO

A estrutura produtiva de uma região, com suas características específicas, é essencial para modelar dinâmicas setoriais e ambientais, que muitas vezes são negligenciadas em modelos agregados. Uma descrição detalhada da tecnologia econômica permite estudar com maior precisão os impactos de diversas condições econômicas e políticas públicas sobre a produção.

Neste artigo, propomos uma contribuição à literatura ao introduzir uma decomposição flexível da matriz de insumo-produto que pode ser aplicada a quaisquer grupos de municípios brasileiros, comparando-os com o restante do país. Essa abordagem permite uma análise econômica em diferentes escalas, incorporando as particularidades produtivas de cada região. Além disso, todas as áreas de concentração urbana do Censo Demográfico 2022 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) já foram calculadas e estão disponíveis, permitindo que pesquisadores acessem matrizes regionais já prontas ou personalizadas.

Nossa metodologia envolve a divisão da matriz de coeficientes técnicos em submatrizes que representam as necessidades de insumos dos setores regionais, tanto os produzidos localmente quanto aqueles oriundos do restante do país. Esse processo permite uma estimativa das interdependências regionais e setoriais, essencial para a formulação de políticas regionais eficazes.

1. DOI: <http://dx.doi.org/10.38116/radar76art4>

2. Técnico de planejamento e pesquisa na Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais, de Inovação, Regulação e Infraestrutura do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Diset/Ipea). *E-mail:* [bernardo.furtado@ipea.gov.br](mailto:bernardo.furtado@ipea.gov.br).

3. Pesquisador bolsista do Subprograma de Pesquisa para o Desenvolvimento Nacional (PNPD) na Diset/Ipea. *E-mail:* [gustavorochalima13@gmail.com](mailto:gustavorochalima13@gmail.com).

4. Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA), *campus* Jequié. *E-mail:* [olandialopes@ifba.edu.br](mailto:olandialopes@ifba.edu.br).

Para ilustrar o modelo que fundamenta essa metodologia, consideramos a cidade de São Paulo. Dividimos a matriz de coeficientes técnicos para representar os insumos produzidos localmente e os provenientes de outras regiões do Brasil com base na presença relativa das atividades econômicas na região estudada.

As matrizes regionais produzidas também serão utilizadas para a simulação de mercados em modelos baseados em agentes, com a estimativa de emissões de gases de efeito estufa para políticas comparadas. Esse uso possibilita uma análise regionalizada e setorial do impacto ambiental de diferentes cenários econômicos e regulatórios.

Para mensurar a concentração regional das atividades setoriais e a capacidade de suprir as necessidades locais, utilizamos o quociente de localização simples (SLQ) e o quociente de localização cruzada entre indústrias (CILQ). Estas ferramentas fornecem medidas da concentração setorial e da importância relativa dos setores.

Dessa forma, a metodologia empregada oferece uma ferramenta robusta para analisar e prever os impactos econômicos e ambientais regionais, contribuindo para uma melhor compreensão das dinâmicas produtivas locais e para a formulação de políticas públicas mais informadas.

## 2 MATRIZES REGIONAIS E CONCENTRAÇÃO DE ATIVIDADES

A modelagem que utilizamos baseia-se na análise de insumo-produto, conforme sistematizada por Miller e Blair (2022). Este modelo descreve as trocas entre setores necessárias para a produção em um determinado período, permitindo entender o consumo intermediário de insumos pelos diferentes setores e decompor o produto em seus componentes de valor adicionado setoriais. O IBGE divulga, a cada cinco anos, a matriz insumo-produto nacional, sendo a mais recente do ano de 2015.

Com a matriz insumo-produto, podemos determinar, em valores monetários, quanto as firmas de determinado setor demandaram de outro para produzir seu valor adicionado em um determinado ano. Cada coluna da matriz funciona como uma “receita” de insumos para a produção de cada setor. Podemos resumir o modelo com a seguinte equação, que representa as interações produtivas em uma economia com  $n$  setores:

$$X_{n \times 1} = A_{n \times n} X_{n \times 1} + f_{n \times 1} \quad (1)$$

Nessa,  $X$  é a matriz de produto total (consumo intermediário e demanda final),  $f$  é a matriz de demanda final, e  $A$  é a matriz de coeficientes técnicos. Os elementos  $a_{ij}$  de  $A$  mostram quantas unidades de produto do setor  $i$  o setor  $j$  necessita consumir para produzir uma unidade de produto final. Assumindo que a relação entre insumos e produção é constante e não varia com a escala de produção, conforme a função de produção de Leontief, chega-se ao modelo insumo-produto tradicional.

A regionalização consiste em dividir a matriz de coeficientes técnicos  $A$  da equação (1) em quatro matrizes, representando: a necessidade de insumos dos setores da região produzidos pela própria região; a necessidade de insumos dos setores da região produzidos pelo restante do país; a necessidade de insumos dos setores do resto do país produzidos pela região; e a necessidade de insumos dos setores do resto do país produzidos pelo restante do país.

Uma hipótese importante na análise é assumir que a tecnologia (insumos necessários para a produção de cada setor) é uniforme em todas as regiões do país. Assim, basta determinar qual parte dos insumos utilizados pelas empresas de um setor na região modelada é obtida localmente e qual vem de outras regiões. Utilizamos a concentração regional das atividades setoriais para avaliar se a produção local é suficiente para atender às demandas internas.

Para ilustrar, consideramos o município de São Paulo, dividindo a matriz  $A$  da seguinte forma:

$$A^{SP \rightarrow SP} + A^{RoBR \rightarrow SP} = A \quad (2)$$

Nessa equação,  $A^{SP \rightarrow SP}$  representa os insumos usados pelas firmas de São Paulo obtidos em São Paulo. Assumimos que as firmas locais usam a mesma proporção de insumos do resto do país, de modo que a quantidade de insumos locais e externos deve somar exatamente o coeficiente nacional, por isso a igualdade. A igualdade se aplica também para as firmas no resto do Brasil:

$$A^{SP \rightarrow RoBR} + A^{RoBR \rightarrow RoBR} = A \quad (3)$$

Para cada coeficiente  $a_{ij}$  da matriz  $A$ , calculamos  $\rho_{ij}^{SP}$  e ajustamos da seguinte forma:  $a_{ij}^{SP \rightarrow SP} = \rho_{ij}^{SP} a_{ij}$ . A matriz  $A^{RoBR \rightarrow SP}$  é obtida invertendo a igualdade supracitada.

O método empregado para obter  $\rho$  é o método dos quocientes locais, que se baseia na presença relativa dos setores nas diferentes regiões. Calculamos o coeficiente locacional simples com a seguinte equação para o setor  $i$ :

$$SLQ_i^{SP} = \frac{\frac{y_i^{SP}}{y_i}}{y} \quad (4)$$

Nessa,  $y_i$  é o produto do setor  $i$ , e  $y$ , o total. Sem o sobrescrito, representa o somatório nacional. O  $SLQ$  mede a concentração setorial. Se ele for maior que 1, o setor  $i$  é mais concentrado na região (São Paulo) do que no Brasil como um todo. O  $CILQ_{ij}$  é calculado usando o  $SLQ$ :

$$CILQ_{ij} = \frac{SLQ_i^{SP}}{SLQ_j^{SP}} \quad (5)$$

O coeficiente  $CILQ_{ij}$  representa a importância relativa do setor  $i$  em comparação ao  $j$  na região. Se  $CILQ_{ij}$  for maior que 1, o setor  $i$  é mais importante relativamente ao  $j$  em São Paulo. Dessa maneira, o setor  $i$  é capaz de suprir as necessidades do setor  $j$  localmente. Em contrapartida, se for menor que 1, as firmas do setor  $j$  em São Paulo precisam importar insumos do setor  $i$  do resto do país, uma vez que o setor  $i$  está menos presente que o  $j$ .

Para aprimorar a precisão da análise, usamos a extensão proposta por Flegg, Webber e Elliott (1995), conforme apresentada por Pangallo *et al.* (2023), que tem melhor desempenho em relação ao  $CILQ$ . Ela é definida por:

$$FLQ_{ij}^{SP} = \begin{cases} \lambda SLQ_i & \text{se } i = j, \\ \lambda CILQ_{ij} & \text{caso contrário.} \end{cases} \quad (6)$$

Nessa equação,  $\lambda = \log_2 \left( 1 + \frac{y^{SP}}{y} \right)^\delta$  com  $\delta \in [0,1)$ . Seguimos a recomendação de Pangallo *et al.* (2023) de utilizar  $\delta = 0,15$ . O principal intuito da extensão de Flegg, Webber e Elliott (1995) foi tratar da superestimação dos coeficientes do  $CILQ$  e dos demais coeficientes locais, que indicariam uma maior proporção de consumo intermediário local do que a realidade, subestimando as trocas inter-regionais. O  $\lambda \in [\log_2 1, 1]^5$  faz, portanto, um papel de redutor do  $CILQ$  com base no tamanho relativo do produto da região analisada. O parâmetro  $\beta$ , por sua vez, indica a sensibilidade do fator redutor ao tamanho da região.

Por fim, obtemos  $\rho_{ij}$  com a relação:

$$\rho_{ij}^{SP} = \begin{cases} FLQ_{ij}^{SP} & \text{se } FLQ_{ij}^{SP} < 1 \\ 1 & \text{caso contrário.} \end{cases} \quad (7)$$

Aplicando essa metodologia para São Paulo e para o restante do Brasil, obtemos uma matriz  $A'$  de dimensões  $2n \times 2n$ , consolidando a estrutura tecnológica regional e as interações com o resto do país:

$$A' = \begin{bmatrix} A^{SP \rightarrow SP} & A^{RoBR \rightarrow SP} \\ A^{SP \rightarrow RoBR} & A^{RoBR \rightarrow RoBR} \end{bmatrix} \quad (8)$$

5.  $\log_2 1 \approx 0,693$ .



Para completar a regionalização do modelo, aplicamos a metodologia à matriz de demanda final, multiplicando cada linha da matriz pelo respectivo  $\rho_{ii}$ , ajustando para a proporção do setor na região.

### 3 ESTRUTURA PRODUTIVA DAS CONCENTRAÇÕES URBANAS BRASILEIRAS

Para efetivamente calcular as matrizes de coeficientes técnicos de determinada região, aplicamos a metodologia descrita na seção anterior usando dados salariais por setor obtidos da Relação Anual de Informações Sociais (Rais). Dessa forma, a massa salarial de determinado setor serve como *proxy* para o produto para calcular os coeficientes na equação (4). Além disso, a divisão setorial utilizada foi a da Economic Transformation Database, do Groningen Growth and Development Centre/United Nations University World Institute for Development Economics Research (GGDC/UNU-Wider), que agrega em doze os setores da International Standard Industrial Classification (Isic).

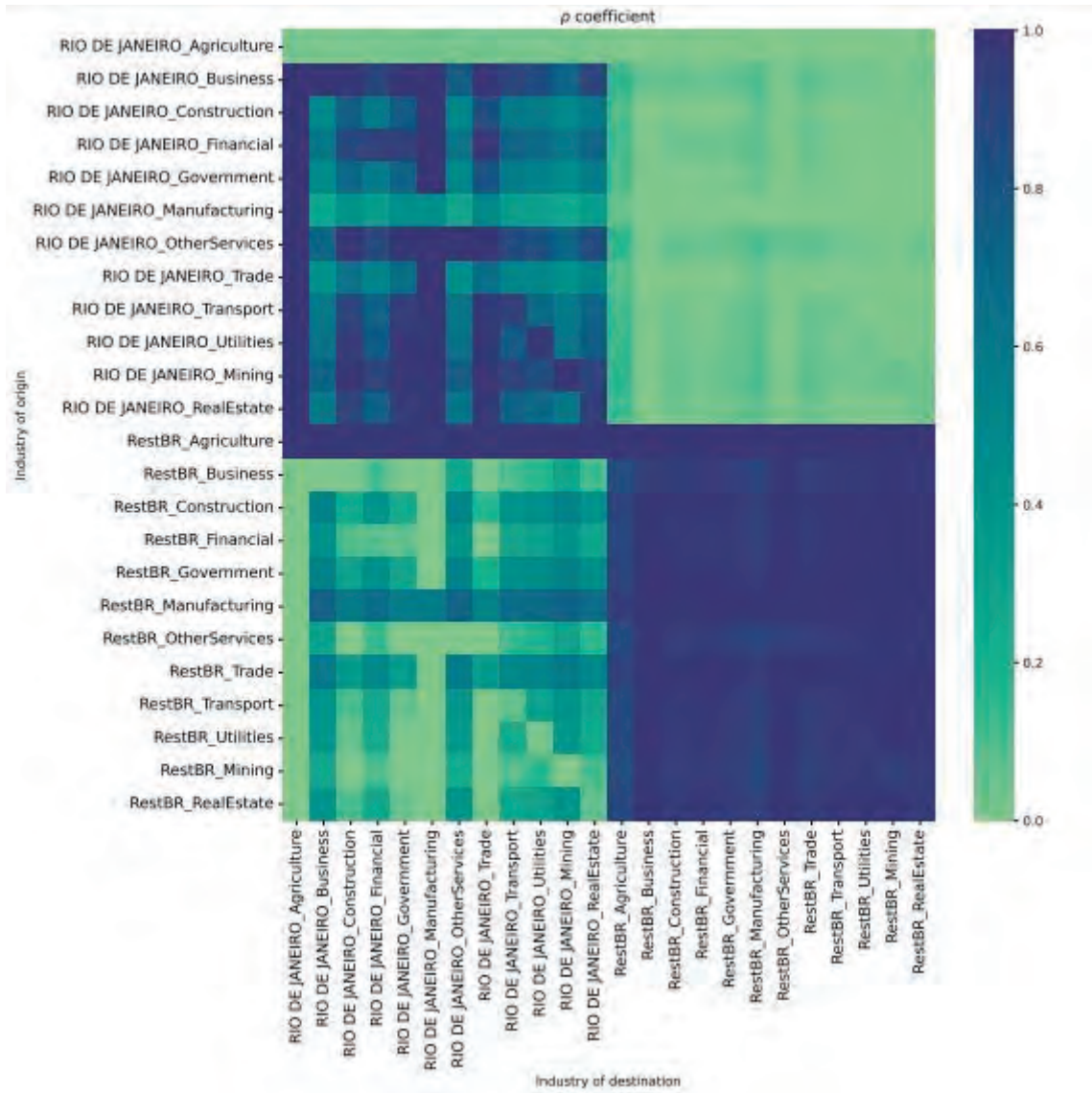
Conduzimos a regionalização das matrizes para todas as concentrações urbanas descritas pelo IBGE,<sup>6</sup> que são compostas por diversos municípios integrados socioeconomicamente. Podemos visualizar o resultado por meio das matrizes  $\rho$  na figura 1, representando as proporções dos insumos obtidos localmente e no resto do Brasil para concentrações urbanas selecionadas.

6. O código e os dados utilizados nos cálculos estão disponíveis em: [https://github.com/BAFurtado/io\\_rest](https://github.com/BAFurtado/io_rest). Setores municipais com menos de três firmas não foram incluídos nos cálculos.

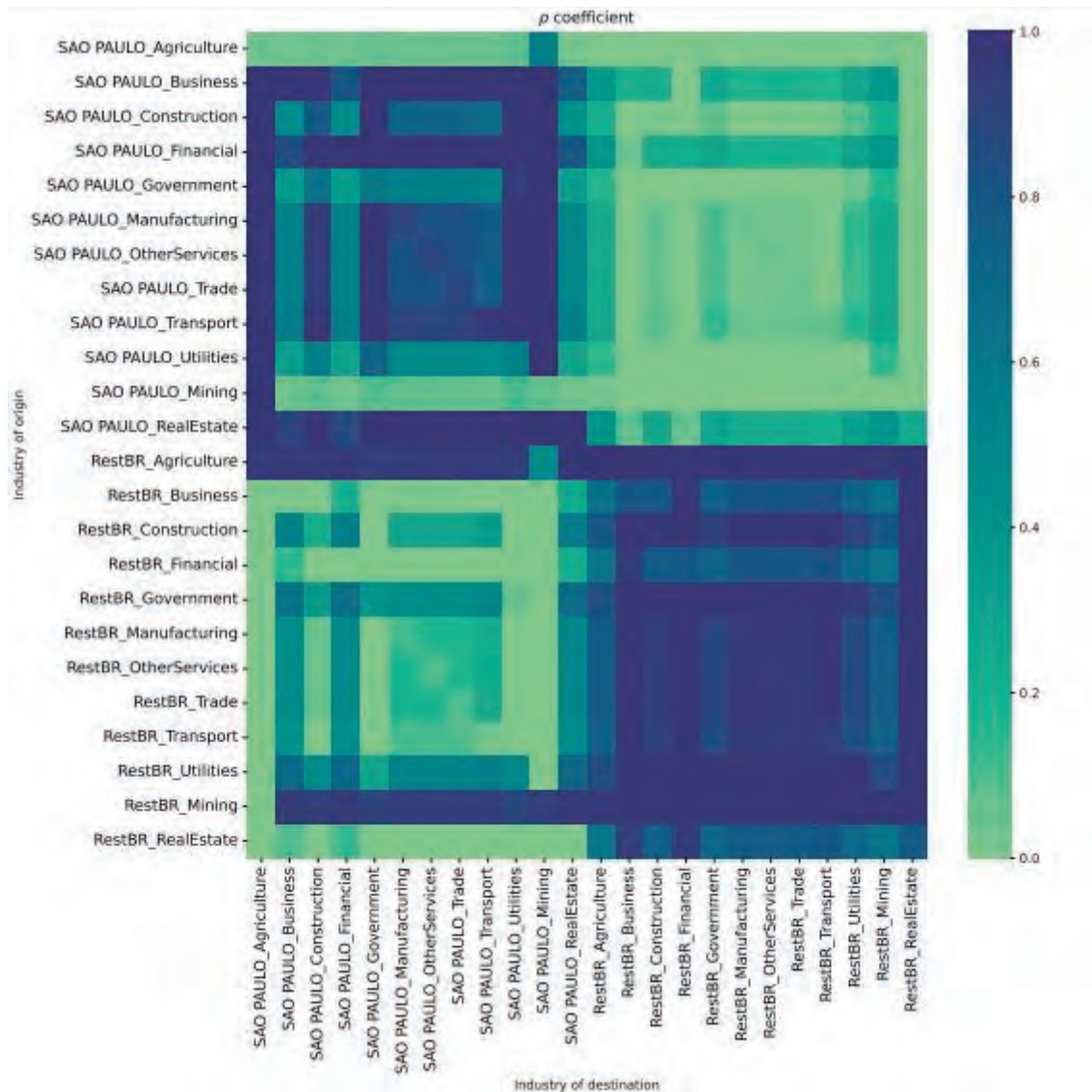




1C – Rio de Janeiro



## 1D – São Paulo



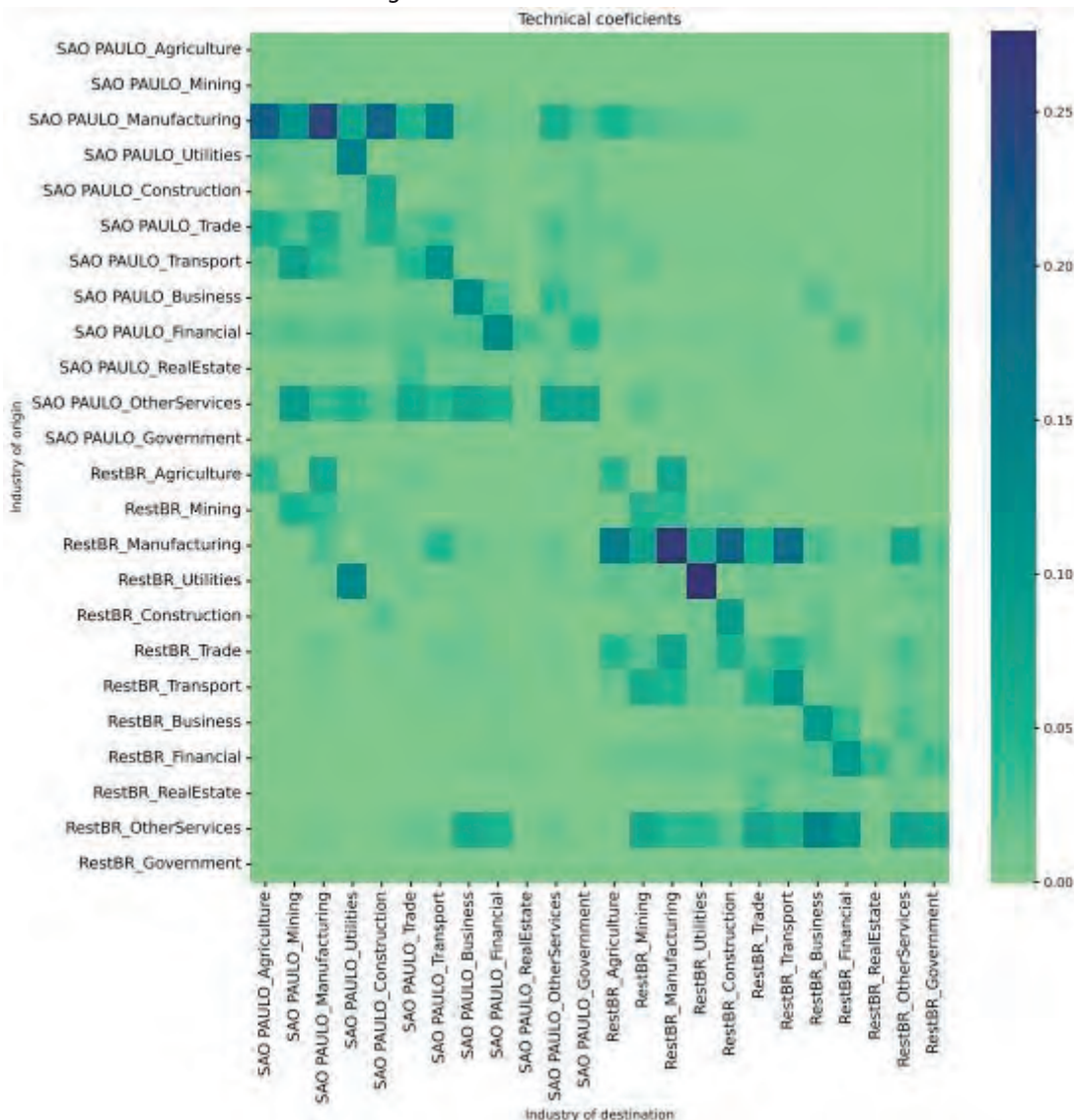
Fonte: GitHub Repository. Disponível em: [https://github.com/BAFurtado/io\\_rest](https://github.com/BAFurtado/io_rest).

Obs.: A figura não pôde ser padronizada e revisada em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

Na imagem, tons mais escuros representam uma parcela maior dos insumos sendo provida pela região. As linhas representam o setor de origem do insumo, de acordo com sua localização, e as colunas indicam o setor de destino. É interessante notar, por exemplo, que o resto do Brasil consome principalmente insumos dos setores de *business*, *financial* e *real estate* de São Paulo. As firmas paulistas, entretanto, consomem insumos do setor de *government*, *utilities* e *mining* do restante do país. Brasília, por sua vez, demanda insumos da manufatura do resto do Brasil, porém provê insumos por meio do setor *government*.

Apresentamos o resultado final do processo, a matriz  $A'$ , contendo os coeficientes técnicos regionalizados, para os municípios da região metropolitana de São Paulo (figura 2). Ela consiste na multiplicação dos  $\rho_{ij}$  pelos coeficientes técnicos nacionais, oriundos da matriz calculada pelo IBGE.

**FIGURA 2**  
Matriz de coeficientes técnicos regionalizada – São Paulo



Fonte: GitHub Repository. Disponível em: [https://github.com/BAFurtado/io\\_rest](https://github.com/BAFurtado/io_rest).

Obs.: A figura não pôde ser padronizada e revisada em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

## 4 ILUSTRAÇÃO DOS IMPACTOS DE EMISSÕES

Uma das aplicações realizadas com a matriz insumo-produto foi a análise prospectiva de impacto ambiental. A inclusão da matriz decomposta na modelagem econômica existente nos permitiu estimar a ecoeficiência por setor e por município brasileiro.

O indicador de ecoeficiência é uma *proxy* obtida pela proporção entre os insumos (medidos em termos de massa salarial municipal por setor) e a geração de emissões de gases de efeito estufa e outros poluentes, para, desse modo, permitir estimativas. Por exemplo, se um setor em um município despende uma grande massa salarial e gera baixas emissões, ele é considerado ecoeficiente.

Uma vez calculada a ecoeficiência, é possível utilizar o indicador para realizar simulações e testes, permitindo projetar o comportamento das emissões por setor e município diante de mudanças na base produtiva. Isso é especialmente útil para: i) comparação entre regiões: avaliar e comparar a ecoeficiência de diferentes regiões, identificando áreas com maior potencial de redução de emissões; ii) simulação de políticas: simular o impacto de políticas públicas ambientais, como a implementação de tecnologias limpas ou incentivos fiscais para setores mais ecoeficientes; e iii) planejamento urbano: auxiliar no planejamento urbano sustentável, promovendo o desenvolvimento de setores mais ecoeficientes em determinadas regiões.

Embora a utilização da ecoeficiência inicialmente sugira uma linearidade na análise, com uma relação direta entre massa salarial e emissão de poluentes, a regionalização detalhada e setorial fornece uma dimensão espacial para o indicador, habilitando-o como estimativa para análises prospectivas.

## 5 CONCLUSÃO

Este estudo apresenta uma abordagem para a regionalização da matriz insumo-produto, permitindo análises econômicas e ambientais detalhadas em diferentes escalas. Ao decompor a matriz de coeficientes técnicos em submatrizes flexíveis, nossa metodologia possibilita avaliar a suficiência da produção local e a necessidade de importar insumos de outras regiões, proporcionando uma ferramenta robusta para a análise e formulação de políticas regionais e ambientais.

A possibilidade de aplicação desse método em simulações e análises comparativas, especialmente nas estimativas de ecoeficiência regional e de impacto de emissões, reforça a capacidade de prever os efeitos de diferentes cenários econômicos e regulatórios. Nesse contexto, nossa pesquisa contribui para uma melhor compreensão das dinâmicas produtivas locais e oferece uma base sólida para o desenvolvimento de políticas públicas mais informadas e eficazes, provendo uma opção de modelagem para incorporar as diferenças produtivas regionais. Com isso, esta pesquisa pode contribuir com a tomada de decisão em relação à necessidade de melhorias nos processos produtivos dos setores, como no caso da adoção da economia circular nas empresas com melhores práticas de sustentabilidade.

## REFERÊNCIAS

FLEGG, A. T.; WEBBER, C. D.; ELLIOTT, M. V. On the appropriate use of location quotients in generating regional input-output tables. **Regional Studies**, v. 29, n. 6, p. 547-561, 1995. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00343409512331349173>.

MILLER, R. E.; BLAIR, P. D. **Input-output analysis: foundations and extensions**. Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press, 2022. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=Qdz9zQEACAAJ>.

PANGALLO, M. *et al.* The unequal effects of the health-economy trade-off during the covid-19 pandemic. **Nature Human Behaviour**, v. 8, p. 264-275, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41562-023-01747-x>.





## **Ipea – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada**

### **EDITORIAL**

#### **Coordenação**

Aeromilson Trajano de Mesquita

#### **Assistentes da Coordenação**

Rafael Augusto Ferreira Cardoso

Samuel Elias de Souza

#### **Supervisão**

Ana Clara Escórcio Xavier

Everson da Silva Moura

#### **Revisão**

Alice Souza Lopes

Amanda Ramos Marques Honorio

Barbara de Castro

Brena Rolim Peixoto da Silva

Cayo César Freire Feliciano

Cláudio Passos de Oliveira

Clícia Silveira Rodrigues

Nayane Santos Rodrigues

Olavo Mesquita de Carvalho

Reginaldo da Silva Domingos

Jennyfer Alves de Carvalho (estagiária)

Katarinne Fabrizzi Maciel do Couto (estagiária)

#### **Editoração**

Anderson Silva Reis

Augusto Lopes dos Santos Borges

Cristiano Ferreira de Araújo

Daniel Alves Tavares

Danielle de Oliveira Ayres

Leonardo Hideki Higa

#### **Capa**

Leonardo Hideki Higa

*The manuscripts in languages other than Portuguese  
published herein have not been proofread.*

#### **Ipea – Brasília**

Setor de Edifícios Públicos Sul 702/902, Bloco C

Centro Empresarial Brasília 50, Torre B

CEP: 70390-025, Asa Sul, Brasília-DF

Missão do Ipea  
Aprimorar as políticas públicas essenciais ao desenvolvimento brasileiro  
por meio da produção e disseminação de conhecimentos e da assessoria  
ao Estado nas suas decisões estratégicas.

