

EMERGÊNCIA CLIMÁTICA E TRANSIÇÃO ENERGÉTICA: REFLEXÕES SOBRE O LUGAR DO BRASIL NA REORDENAÇÃO PRODUTIVA GLOBAL^{1,2}

Danilo Severian³

SINOPSE

A questão climática continuará pautando as agendas nacionais e multilaterais de todos os países do planeta – desde aqueles situados na vanguarda produtivo-econômica, como os países do Grupo dos Vinte (G20), até aqueles de menor projeção, como Tuvalu, um pequeno arquipélago no oceano Pacífico que já sente os impactos negativos das mudanças climáticas e pode desaparecer devido às consequências do aquecimento global. As respostas que cada nação dará ao problema ambiental devem considerar suas particularidades. Sem clareza sobre os efetivos papéis que cada um exerce na emissão de gases de efeito estufa e as medidas que podem adotar para serem parte da solução do problema, corre-se o risco de uma nova subordinação dos países em desenvolvimento dentro de uma divisão internacional do trabalho remodelada, sob comando dos países desenvolvidos – e o pior, sem que os efeitos de mitigação climática ocorram de maneira satisfatória. Este ensaio apresenta os dados e problematiza o tema do aquecimento global, da transição energética e das oportunidades e armadilhas associadas às transformações produtivas exigidas pelo novo contexto ambiental, político e econômico.

Palavras-chave: transição energética; descarbonização; reorganização produtiva.

ABSTRACT

The climate issue will continue to be a key issue on the national and multilateral agendas of all countries on the planet – from those at the forefront of economic and production, such as the G20 countries, to those with less prominence, such as Tuvalu, a small archipelago in the Pacific Ocean that is already feeling the negative impacts of climate change and could disappear due to the consequences of global warming. The responses that each nation will give to the environmental problem must consider its particularities. Without clarity about the actual roles that each one plays in the emission of greenhouse gases, and the measures that they can adopt to be part of the solution to the problem, there is a risk of

1. DOI: <https://dx.doi.org/10.38116/brua33art10>

2. Uma versão deste texto foi publicada no Informativo do Grupo de Estudos das Transformações Econômicas e Territoriais, vinculado ao Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas (IE/Unicamp).

3. Bolsista do Subprograma de Pesquisa para o Desenvolvimento Nacional (PNPD) na Diretoria de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Dirur/Ipea); e doutorando em desenvolvimento econômico pelo IE/Unicamp.

a new subordination of developing countries within a remodeled international division of labor, under the command of developed countries. Worse still: without the effects of climate mitigation occurring in a satisfactory manner. This essay presents the data and problematizes the theme of global warming, the energy transition and the opportunities and pitfalls associated with the productive transformations required by the new environmental, political and economic context.

Keywords: energy transition; decarbonization; productive reorganization.

1 INTRODUÇÃO

Este ensaio busca contextualizar o lugar do Brasil nas emissões de gases de efeito estufa (GEEs) no mundo e o papel que o país pode exercer na mitigação das mudanças climáticas, atentando-se para as realidades nacionais e regionais. Também chama atenção para o uso geopolítico do discurso da descarbonização enquanto parte de uma estratégia de reordenação da divisão internacional do trabalho promovida pelas nações desenvolvidas.

Na segunda seção, faz-se um sucinto arrazoado das condições climático-ambientais contemporâneas e as tentativas de concertação global para mitigar os efeitos decorrentes da elevação da temperatura terrestre. Em seguida, na terceira seção, esmiuçam-se os dados disponíveis relativos às emissões globais e à composição das emissões de GEEs por setor de origem e fonte energética do Brasil, da União Europeia (UE), do Grupo dos Vinte (G20) e do mundo, e enfatiza-se a importância desses dados como informadores das políticas públicas e da estratégia de longo prazo do país. Por fim, as considerações finais trazem apontamentos críticos ao debate da transição energética e da descarbonização, alertando para as graves consequências à estrutura produtiva e à vulnerabilidade energética do país que a falta de uma estratégia ampla e bem articulada, pensada de forma coerente às dinâmicas regionais do Brasil, pode ter no longo prazo.

2 OS SUFOCANTES “ARES DO MUNDO”

A emergência climática é o tema que continuará a pautar as agendas nacionais e multilaterais das principais economias mundiais nas próximas décadas. Os efeitos devastadores do aquecimento global têm sido sentidos de maneira cada vez mais contundente em todo o planeta, causando crescentes deslocamentos populacionais, perdas humanas, materiais e ambientais. As cenas aterradoras das enchentes que tomaram o Rio Grande do Sul no início de maio de 2024 não deixam dúvidas de que as consequências pela leniência com o descaso ambiental chegaram, apesar das inúmeras advertências dos especialistas nas últimas décadas. Não existe país a salvo dos dramáticos danos ambientais resultantes do aquecimento global, seja ele geopoliticamente relevante ou não. O pequeno arquipélago de Tuvalu, na Oceania, corre risco de ser tragado pelas águas do oceano Pacífico em poucos anos (Paulo, 2023). Há indícios fundamentados de que alguns ecossistemas já tenham adentrado ao ponto de não retorno; ou seja, já não seriam mais capazes de se regenerarem por si próprios, passando, assim, a retroalimentar sua própria deterioração, ainda que se tenham cessado as agressões que condicionaram esse quadro degenerativo.⁴

Isso pode estar ocorrendo com os corais de águas quentes de todo o mundo, que vêm sofrendo branqueamento devido à elevação da temperatura dos mares. Este fenômeno, por sua vez, ocorre pelo aquecimento global ocasionado pela emissão de GEEs, afetando as

4. Disponível em: <https://global-tipping-points.org/conference-2025/>.

demais espécies marinhas e a distribuição de calor pelo planeta por meio das correntes oceânicas – 90% do calor global está armazenado nos oceanos, e a circulação dessas correntes está cada vez mais lenta, afetando o clima em diferentes partes do mundo. Em decorrência, a maior evaporação da água dos mares e oceanos faz com que as massas de ar se adensem mais, intensificando as chuvas e causando graves danos de maneira recorrente.

Com o aquecimento das águas, reforça-se o derretimento das geleiras, já impactadas pelo aquecimento atmosférico, o que altera a salinidade dos mares e retroalimenta os desequilíbrios climáticos e ambientais. Uma das consequências é a elevação do nível do mar, cujos desdobramentos são catastróficos para o Brasil, já que a maior parte de sua população está territorialmente concentrada na extensa faixa atlântica do país. Se se considerar os impactos nas lavouras pela alteração dos patamares de temperatura, pelas secas extensas ou pelas inundações, todos de incidência ainda diminuta – embora ascendentes – ante o potencial destrutivo que as transformações climáticas já estão impondo, nosso futuro é pouco alvissareiro. A questão climática deve ser tratada como de segurança nacional e, evidentemente, de sobrevivência global.

O Acordo de Paris, iniciativa da Organização das Nações Unidas (ONU), que passou a ter validade ao final de 2016, é o principal mecanismo orientador dos esforços para que os países reduzam suas emissões de GEEs e contenham o aquecimento global. O objetivo é manter a temperatura da Terra entre 1,5 °C e 2,0 °C acima da temperatura média do período pré-Revolução Industrial (1750) até o final deste século. Os 195 países signatários do acordo, entre eles o Brasil, representam 90% das emissões globais de GEEs e apresentaram individualmente uma Contribuição Nacionalmente Determinada (Nationally Determined Contributions – NDC), documento adequado a cada contexto nacional que detalha metas e ações para redução das emissões de GEEs em cada país. O Brasil se comprometeu em sua NDC, divulgada na 29ª Conferência da ONU sobre Mudanças Climáticas (COP29), a reduzir de 59% a 67% suas emissões de GEEs até 2035.⁵

Ainda assim, em 2022, as emissões globais de dióxido de carbono (CO₂) foram 50% superiores ao nível pré-industrial (Greenhouse..., 2023), batendo novo recorde em 2023, com um volume sem precedentes de emissões, que chegou a 37,4 bilhões de toneladas (IEA, 2024). O uso de carvão mineral representou mais de 65% do acréscimo das emissões de CO₂ naquele ano, que chegou a 410 milhões de toneladas adicionais em relação a 2022, ano este que já havia sido de recorde histórico em emissões, com acréscimo de 490 milhões de toneladas.

Apesar de as preocupações climáticas pautarem os principais fóruns globais e, ao menos discursivamente, as ações governamentais e empresariais, as metas anunciadas no Acordo de Paris já são insuficientes para limitar o aquecimento da terra a 1,5 °C acima dos níveis pré-industriais. No cenário mais otimista, projetado pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), a probabilidade de conter o aquecimento global em 1,5 °C acima do período pré-industrial é de 14% até o final do século (PNUMA, 2023). Mantido o atual ritmo de emissões e compensações de carbono, a temperatura poderá aumentar entre 2,5 °C e 2,9 °C até 2100. Seria preciso uma redução entre 28% e 42% das emissões globais para que se atinja a meta estipulada para 2030, o que dificilmente ocorrerá. O Global Carbon Budget estima que há 50% de probabilidade de o mundo ultrapassar os 1,5 °C até 2031 (Friedlingstein *et al.*, 2023). Estamos imersos em um planeta em ebulição.

5. Em relação às emissões verificadas em 2005.

3 A ECONOMIA POLÍTICA DO CLIMA

A produção de energia é responsável por 75% das emissões de GEEs no mundo, representando 82% das emissões nos países do G20 e 84% na UE.⁶ No G20, apenas a geração de energia elétrica/termelétrica responde por 37% das emissões (12,9 GtCO₂e),⁷ enquanto na UE essa participação é de 29% (864 MtCO₂e).⁸ No Brasil, a geração de energia responde por 30% das emissões de GEEs, e a energia elétrica/termelétrica corresponde a 6% do total (88,8 MtCO₂e), o equivalente a 10% das emissões da UE. As emissões brasileiras derivadas da geração de energia como um todo representam 1,6% das emissões da UE nessa categoria, sendo o subgrupo de transportes responsável por 13% do total das emissões energéticas do Brasil, enquanto responde por 24% na UE. As emissões por transporte no Brasil representam um quarto das emissões da UE nesse setor.⁹

Apesar disso, o Brasil é o 7º maior emissor de GEEs do mundo, segundo o *ranking* da Climate Watch. Contudo, diferentemente dos grandes emissores (China, Estados Unidos, Índia, UE e Rússia), e de modo semelhante à Indonésia (6º maior poluidor), os principais setores responsáveis pelas emissões brasileiras são a agricultura (35%) e a mudança do uso da terra e das florestas (28%), que juntos respondem por 63% das emissões de GEEs.¹⁰ Segundo o Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG), essas categorias respondem, juntas, por 75% das emissões do país.¹¹ Logo, o enfrentamento ao problema climático no Brasil deve observar estratégias distintas em relação às principais economias do globo, pois a natureza de suas emissões é também distinta.

Ainda que a descarbonização da frota de veículos seja importante e bem-vinda, atuar na descarbonização dos processos agrícolas, especialmente na pecuária, na manutenção das florestas e inibição de queimadas é primordial para que o Brasil colabore com a preservação do planeta. Essas são as maiores contribuições que o país pode oferecer para deter o processo de deterioração global do meio ambiente.

A pobreza nas regiões de floresta está diretamente ligada ao aumento do desmatamento, fator de grande estresse climático. Uma das cláusulas do Acordo de Paris que poderia fazer frente a essa questão vem sendo sistematicamente burlada pelos países desenvolvidos: o aporte de US\$ 100 bilhões anuais às nações emergentes para apoiá-las tecnologicamente e socialmente em práticas ambientalmente sustentáveis. Os constrangimentos retóricos, como as recentes escaramuças em torno do acordo União Europeia-Mercosul e o uso de barreiras não tarifárias fundamentadas na sustentabilidade ambiental para proteger o mercado europeu dos produtos agropecuários das nações em desenvolvimento, operam em dissonância com a efetividade concreta das ações dos países desenvolvidos em suas autoproclamatórias preocupações ambientais.

6. Dados para 2020 da Climate Watch. Inclui energia elétrica e termelétrica, manufatura e construção, transporte, emissões fugitivas e demais combustíveis. Disponível em: <https://www.climatewatchdata.org/ghg-emissions>.

7. Bilhões de toneladas de CO₂ equivalente.

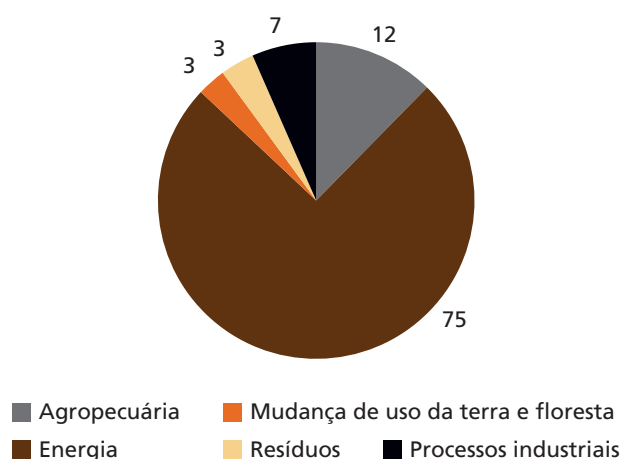
8. Milhões de toneladas de CO₂ equivalente.

9. O território da UE é de cerca de 4 milhões de km², pouco menos da metade do território brasileiro, enquanto sua população é de aproximadamente 448 milhões, mais que o dobro da do Brasil (aproximadamente 212 milhões).

10. Dados para 2020 do Climate Watch Data. Disponível em: https://www.climatewatchdata.org/ghg-emissions?breakBy=sector&chartType=percentage&end_year=2020®ions=BRA§ors=total-including-lucf&start_year=1990. Acesso em: 7 maio 2024.

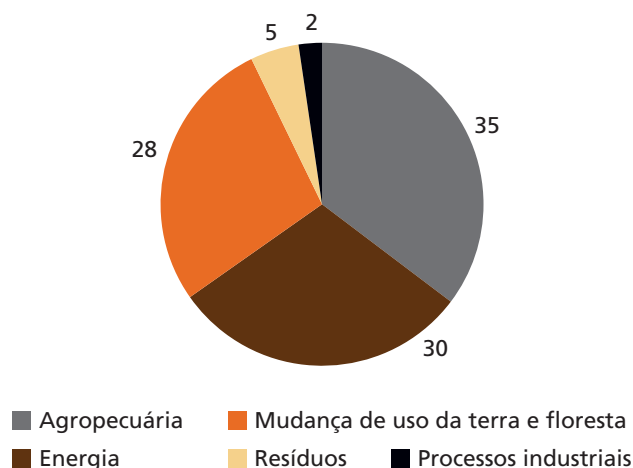
11. Dados de 2022 do SEEG. Disponível em: https://plataforma.seeg.eco.br/?highlight=br-net-emissions-by-sector&gl=1*1f48d0y*_ga*. Acesso em: 7 maio 2024.

GRÁFICO 1
Emissões de GEEs por setor no mundo (2020)
(Em %)



Fonte: Climate Watch Data.

GRÁFICO 2
Emissões de GEEs por setor no Brasil (2020)
(Em %)



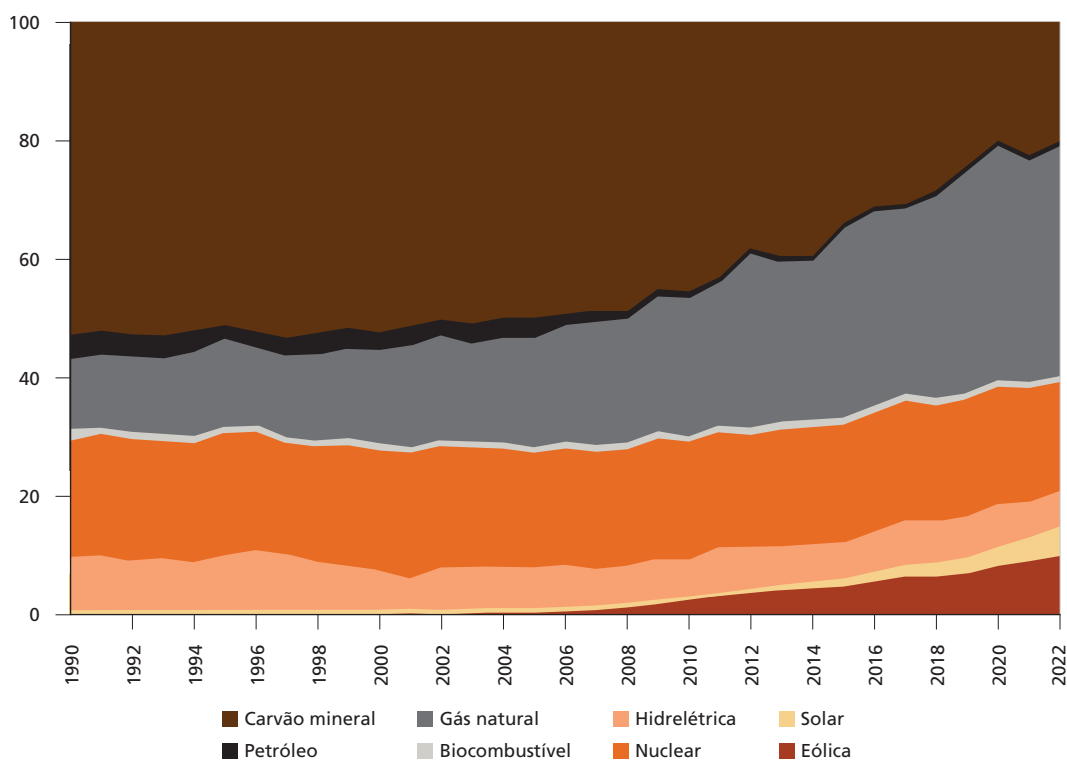
Fonte: Climate Watch Data.

O deslocamento das cadeias produtivas para o leste asiático nos anos 1980, sobretudo dos encadeamentos mais poluidores da indústria, rearranjou o quadro das emissões globais de GEEs, elevando a participação dos países periféricos na degradação ambiental. O exponencial crescimento da China a partir dos anos 1990 se baseou no carvão mineral como fonte primordial de energia, a mais abundante no país e a mais poluente existente. Enquanto isso, os países industrialmente avançados se centraram nas atividades de pesquisa e desenvolvimento de novos produtos e processos, isto é, em operações de relativamente baixa emissão. Contudo, energia é um indicador-chave para mensurar o nível de desenvolvimento dos países, e essa remodelação na divisão internacional do trabalho não significou menor disponibilidade energética *per capita* nas nações industrialmente avançadas. O que houve foi a diversificação das fontes de energia concomitantemente ao deslocamento do fardo ambiental para a periferia do sistema, não restrita às emissões de GEEs nos processos industriais, mas intensiva no uso exaustivo dos recursos naturais: solo, água e matérias-primas.

GRÁFICO 3

Matriz elétrica dos Estados Unidos da América (1990-2022)

(Em %)

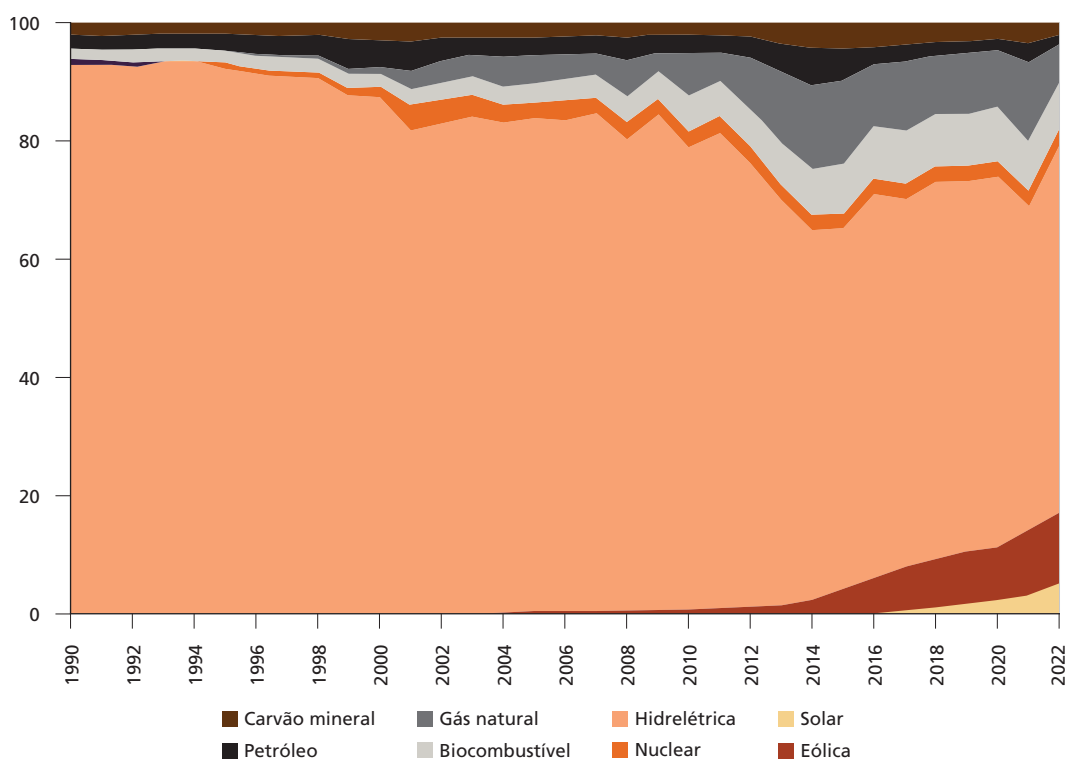


Fonte: International Energy Agency (IEA).

GRÁFICO 4

Matriz elétrica do Brasil (1990-2022)

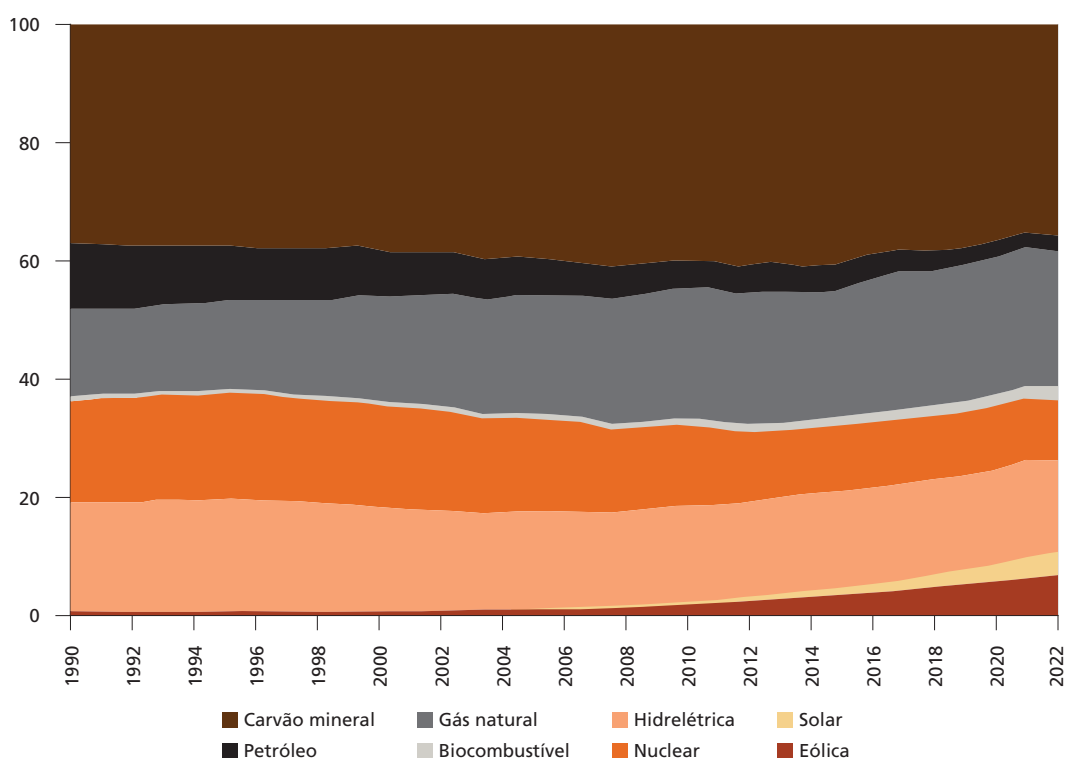
(Em %)



Fonte: IEA.

GRÁFICO 5
Matriz elétrica global (1990-2022)

(Em %)



Fonte: IEA.

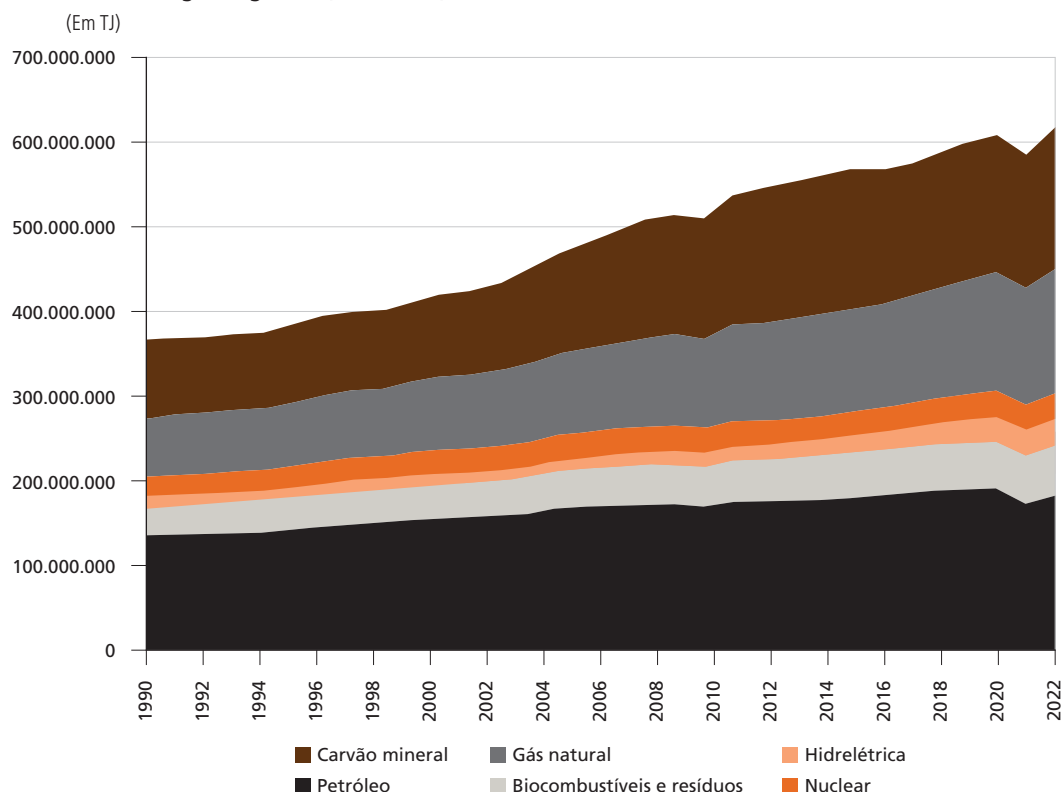
As transformações produtivas requeridas para uma transição energética de baixo carbono chegam involucradas nas novidades da “ideologia climática”. Ou seja, aterrizam enquanto falsa consciência, em aceitação acrítica, sendo resultado do jogo de forças de dominação e poder. As frentes de combate às emissões de GEEs centram-se nos setores sensíveis aos países avançados: produção de energia elétrica e mobilidade. Pouco se discute sobre o uso do solo, a pecuária extensiva, o avanço da fronteira agropecuária sobre as áreas de floresta e a preservação dessas de maneira articulada à garantia de condições dignas de vida e trabalho para seus habitantes. Não por outro motivo, o frenesi sobre o hidrogênio verde capturou as atenções no Brasil e vem despertando o interesse de outras periferias globais. Isso ocorre apesar do descompasso com as necessidades do Brasil e dos demais países que mantêm grandes áreas de florestas, como nossos vizinhos amazônicos, o Congo, a República Democrática do Congo, Camarões e o Gabão.

A condição privilegiada do Brasil na geração de energias limpas e renováveis – 93% da energia elétrica gerada em 2023 provieram dessas fontes (Carregosa, 2024) – permite que o “excedente energético neutro em CO₂” possa ser utilizado no processo de hidrólise da água para a obtenção do hidrogênio “verde” – pois obtido por energia elétrica limpa. Armazenado em baterias, essa *commodity* energética resolveria os problemas das matrizes energéticas sujas dos países do G20, sobretudo da Europa, onde o petróleo praticamente já se exauriu e os hidrocarbonetos provenientes da Rússia já não estão mais disponíveis.

É sintomático que os primeiros hidrolisadores tenham sido instalados no Complexo Industrial e Portuário do Pecém/Ceará – porto estratégico para o escoamento marítimo ao velho continente. Como passivo, ficam: as sobrecargas de energia na rede, que contribuem

para quedas no sistema elétrico nacional (ONS, 2023; Lopes, 2023); os conflitos oriundos da expansão dos parques eólicos e solares com as comunidades locais; e os impactos ambientais decorrentes dessas novas fontes, que ocorrem sob vácuo jurídico – não há regulamentação definida para essas atividades. Ademais, coloca-se a questão da adequação tecnológica da estrutura produtiva e de transporte a essas modalidades energéticas. No cenário em que essa discussão se desenvolve, o Brasil se inseriria novamente de maneira passiva e subordinada, como na Terceira Revolução Industrial dos anos 1980, ao rearranjo produtivo global: fornecendo seus recursos naturais e importando as tecnologias manufaturadas das potências tecnológicas.

GRÁFICO 6
Matriz energética global¹ (1990-2022)



Fonte: IEA.
Nota: ¹ Exclusiva energia elétrica/termelétrica.
Obs.: TJ – terajoule.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As possibilidades advindas da transição energética abrem grandes oportunidades ao Brasil devido à sua rica diversidade natural: a já consolidada geração de energia hidrelétrica pode ser complementada com as fontes de energia eólica e solar, que vêm ampliando sua contribuição à matriz energética. Esse seria um elemento de atração das cadeias industriais para o país – o chamado *powershoring*. Contudo, o risco da especialização em geração de energia barata sem o desenvolvimento de um complexo industrial que dê suporte a essa nova modalidade energética – em termos de baterias, motores, adequação do parque fabril etc. – pode situar o país numa condição de subordinação e dependência em relação às nações de industrialização avançada, que dominam as tecnologias necessárias para o novo paradigma

energético-produtivo. Não basta dispormos de fontes renováveis: é preciso dominar as tecnologias que façam uso dessas fontes.

Os dados da matriz energética global apresentados neste ensaio apontam que a ideia de transição energética pode levar a equívocos com potencial de minar o desenvolvimento nacional nos próximos anos. O primeiro equívoco seria o de que bastaria descontinuar fontes fósseis para promover a contenção do aquecimento global. Isso não é uma verdade geral, visto que o perfil das emissões em cada país é muito heterogêneo, podendo-se afirmar que os países desenvolvidos concentram suas emissões na geração de energia – e por isso há a predominância de uma “ideologia climática” restrita às energias renováveis. Esse não é o caso do Brasil e de alguns outros países com grandes áreas de floresta, cujas emissões estão concentradas na mudança do uso do solo (defforestamento e queimadas) e na agropecuária.

O segundo equívoco é supor ser possível descontinuar bruscamente algumas fontes energéticas, como o petróleo e o gás natural. Faz mais sentido pensar em *diversificação energética* do que em transição energética, expressão que supõe essa descontinuidade de fontes. É prudente observar que o consumo de carvão mineral se elevou ao longo do século XX, mas a participação relativa de outras fontes menos poluidoras também cresceu, atendendo ao incremento da demanda energética global. O mais provável é que o consumo de fontes energéticas mais poluidoras, como os combustíveis fósseis, tenda a se estabilizar ao longo do tempo antes de decair, cedendo espaço para fontes intermediárias (como gás natural) e zero carbono (como hidrogênio verde, energia hidrelétrica, eólica e solar). Isso dependerá da capacidade dos países de dominarem as cadeias de fornecimento das fontes energéticas e de matérias-primas necessárias à produção de máquinas e equipamentos *net zero*, o que é um mercado em disputa.

Enquanto isso, países de alta renda do G20 continuam recorrendo às fontes sujas, mas que lhes são as disponíveis, enquanto um discurso de penalização dos hidrocarbonetos afeta os países em desenvolvimento, como o Brasil, cujas riquezas potenciais em petróleo e gás enfrentam obstáculos para serem estudadas e eventualmente exploradas. Não parece prudente renunciar à soberania energética do país num contexto em que o consumo global é ascendente – sobretudo pelo alto consumo que a economia digital vem demandando, com *data centers* cada vez maiores para suportar o desenvolvimento da inteligência artificial (IA), da internet das coisas (IoT) etc. O novo paradigma tecnológico é intensivo em energia, e decisões precipitadas na atual quadra histórica possuem alto potencial de comprometer o longo prazo do país.

REFERÊNCIAS

CARREGOSA, Lais. Energia limpa: Brasil bate recorde com 93% da energia gerada em 2023 vindo de fontes renováveis, diz CCEE. **G1**, 2 fev. 2024. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/noticia/2024/02/02/energia-limpa-brasil-bate-recorde-com-93percent-da-energia-gerada-em-2023-vindo-de-fontes-renovaveis-diz-ccce.ghtml>. Acesso em: 7 maio 2024.

FRIEDLINGSTEIN, Pierre *et al.* Global Carbon Budget 2023. **Earth System Science Data**, v. 15, p. 5301-5369, 2023. Disponível em: <https://essd.copernicus.org/articles/15/5301/2023/>. Acesso em: 6 maio 2024.

GLOBAL Historical Emissions. **Climate Watch Data**, 2023. Disponível em: https://www.climatewatchdata.org/ghg-emissions?breakBy=sector&chartType=percentage&end_year=2020®ions=BRA§ors=total-including-lucf&start_year=1990. Acesso em: 7 maio 2024.

GREENHOUSE gas concentrations hit record high. Again. **World Meteorological Organization**, 15 nov. 2023. Disponível em: <https://wmo.int/news/media-centre/greenhouse-gas-concentrations-hit-record-high-again>. Acesso em: 6 maio 2024.

IEA – INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **CO2 Emissions in 2023: a new record high, but is there light at the end of the túnel?**. Paris: IEA, fev. 2024. Disponível em: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/33e2badc-b839-4c18-84ce-f6387b3c008f/CO2Emissionsin2023.pdf>. Acesso em: 6 maio 2024.

LOPES, Léo. ONS diz que apagão foi provocado por “separação elétrica”; entenda. **CNN Brasil**, 15 ago. 2023. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/ons-diz-que-apagao-foi-provocado-por-separacao-eletrica-entenda/>. Acesso em: 30 set. 2024.

ONS – OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO. **Análise da perturbação do dia 15/08/2023 às 08h30min**. Rio de Janeiro: ONS, out. 2023. (Relatório de Análise de Perturbação). Disponível em: https://www.ons.org.br/AcervoDigitalDocumentosEPublicacoes/RAP%202023.08.15%2008h30min%20versão%20final%20com%20anexos%20de%20divergência_Final.pdf. Acesso em: 30 set. 2024.

PAULO, Paula Paiva. Tuvalu: conheça o país que pode ser engolido pelo mar e que tenta sobreviver como nação digital. **G1**, 8 dez. 2023. Disponível em: <https://g1.globo.com/meio-ambiente/noticia/2023/12/08/tuvalu-conheca-o-pais-que-pode-ser-engolido-pelo-mar-e-que-tenta-sobreviver-como-nacao-digital.ghtml>. Acesso em: 28 set. 2024.

PNUMA – PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE. **Adaptation gap report 2023: underfinanced. underprepared**. Nairobi: PNUMA, 2023. Disponível em: https://brasil.un.org/sites/default/files/2023-11/adaptation_gap_report_2023_0.pdf. Acesso em: 7 maio 2024.