



[Dossiê: Clima, Desastres e Justiça Socioambiental]

Faces de uma economia produtiva que aprofunda a crise climática-ambiental no Brasil

Faces of a productive economy that deepens the climate-environmental crisis in Brazil

Paulo Brack¹

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: paulo.brack@ufrgs.br. ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-2232-6903>.

Eduardo Luis Ruppenthal²

² Rede de Ensino Público Estadual, Osório, Rio Grande do Sul, Brasil E-mail: ruppenthalbiologia@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-0062-2845>.

Ismael Verrastro Brack³

³ University of British Columbia, British Columbia, Canada. E-mail: ismaelbrack@hotmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2988-9811>.

Artigo recebido em 12/03/2026 e aceito em 14/03/2026.



Este é um artigo em acesso aberto distribuído nos termos da Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.



Resumo

Os indicadores da ciência climática e dos limites planetários nunca estiveram tão evidentes quanto à situação de descontrole do avanço capitalista sobre os recursos naturais, geração de poluentes e desequilíbrio climático. Apesar das evidências, a inação e a aceleração do desastre sistêmico seguem de vento em popa. No Brasil, trazemos ao debate algumas considerações no perfil nacional dentro da dimensão devastadora da economia produtiva para o agravamento da emergência climática e dos prejuízos aos territórios da sociobiodiversidade.

Palavras-chave: Degradação Ambiental; Emergência Climática; Transição Energética; Sustentabilidade Ecológica.

Abstract

The indicators from the climate sciences regarding the limits of the planet have never been so evident as now in showing the uncontrolled advance of capitalism over natural resources, generation of pollutants, and climate disequilibrium. Despite the evidence, the inaction and accelerating systemic disasters continue non-stopable. In Brazil, we bring to the debate some considerations on the national context with the devastating dimensions of the productive economy and business in intensifying the climate emergency and in affecting sociobiodiversity.

Keywords: Environmental Degradation; Climate Emergency; Energy Transition; Ecological Sustainability.



1. Introdução

Apesar das evidências cada vez maiores quanto às mudanças climáticas, em rota de desequilíbrios ecológicos e incertezas crescentes, associadas ao aumento da liberação dos gases de efeito estufa, pouco vem sendo realizado para interromper o processo econômico que esgota as condições de vida na Terra.

O conteúdo de gás carbônico (CO₂) na atmosfera do Planeta ultrapassou 423 partes por milhão (ppm), a partir de 2024, segundo a Organização Meteorológica Mundial (WMO, 2025). Estes valores relacionados ao principal gás de efeito estufa não têm precedentes, o que configura um cenário climático dramático, ainda que pouco conhecido amplamente pela maior parte das sociedades. Ou seja, o tema da economia produtiva, associada às causas das mudanças climáticas, é pouco analisado e questionado pelas sociedades hegemônicas atuais.

No que se refere ao quadro mais geral da Ecosfera, é importante destacar um estudo recente realizado pelo *Potsdam Institute for Climate Impact Research* (PIK, 2025), o qual analisou nove limites ambientais do Planeta, tendo constatado que sete já foram superados, incluindo aqui a emergência climática. Ou seja, a maior parte dos limites ecológicos seguros do planeta já estariam sendo ultrapassados, entretanto recebendo pouca atenção em seu conjunto, tanto da maior parte da grande mídia quanto da maior parte dos setores da sociedade que trata do tema.

O quadro no Brasil, como um país do Sul Global, atrelado à divisão internacional do trabalho, compartilha das causas e das consequências de um contexto mundial de crises socioambientais, a partir do fornecimento de recursos naturais, em níveis de esgotamento, já que depende, em sua maior parte, de uma economia exportadora. Grande parte da crise socioambiental brasileira está associada, portanto, ao modelo de exportação, que goza de incentivos fiscais, já que é isento de impostos, e que tem como carro-chefe o petróleo, a soja e o minério de ferro, sendo os três principais recursos explorados, entre dez principais produtos primários ou semi-manufaturados (Brack; Mosmann, 2024).



2. O cenário da emergência climática e dos limites da Ecosfera ultrapassados

Nos últimos dois anos, as temperaturas médias globais da atmosfera ultrapassaram regularmente 1,5°C de aquecimento em relação à era pré-industrial. A ocorrência de eventos climáticos extremos reforçara essa realidade: tempestades tropicais no Sudeste Asiático e inundações devastadoras na América do Sul e na Europa. Na África e no Brasil, houve recentemente secas prolongadas, bem como o aumento de incêndios florestais, além de mortes relacionadas ao calor em várias partes do mundo.

Em janeiro de 2026, o Centro Climático *Copernicus* (ECMWF, 2026), da União Europeia, apresentou um relatório sobre as médias do clima da Terra do ano de 2025. Um dos pontos destacados foi o fato de que 2025 foi o terceiro ano mais quente da história, enquanto 2024 foi o ano mais quente entre os registros meteorológicos. Além disso, não por coincidência, os últimos 11 anos foram todos, sem exceção, os mais quentes já registrados. Nos últimos três anos (2023-2025), as temperaturas globais excederam o nível pré-industrial (1850-1900) em uma média acima de 1,5 °C. Esta é a primeira vez que um período de três anos ultrapassa esse limite. Entre outros destaques apresentados pelo Copernicus, para o ano de 2025, trata-se de que as temperaturas da atmosfera, sobre as áreas terrestres globais, estiveram em segundo lugar entre as mais quentes já registradas, enquanto a Antártida teve sua temperatura anual mais alta de todos os tempos e o Ártico a segunda mais elevada. Outras pesquisas apontam situações semelhantes.

Estamos caminhando a passos largos para o caos climático. Os sinais vitais do planeta estão em alerta máximo. As consequências das alterações climáticas provocadas pela ação humana não são mais ameaças futuras, mas sim uma realidade atual. Essa emergência iminente decorre da falta de planejamento, da inação política, de sistemas econômicos insustentáveis e da desinformação. Quase todos os cantos da biosfera estão sofrendo com o aumento do calor, tempestades, inundações, secas e incêndios. A janela de oportunidade para evitar os piores desfechos está se fechando rapidamente (Ripple *et al.*, 2025).

Coincidentemente, a partir da metade da última década (2015), desde o Acordo de Paris na Conferência das Partes da ONU sobre Mudanças Climáticas (COP 21), registraram-se as temperaturas médias mais elevadas da atmosfera da Terra. A partir de 2024, a média de temperatura global ultrapassou 1,6°C em relação a 1850, colocando em xeque a proposta estabelecida em 2015, em se evitar exceder 1,5°C acima dos níveis pré-industriais.



3. Efeitos das mudanças climáticas sobre a população humana e a natureza

As consequências das mudanças climáticas se refletem também na perda de florestas. Segundo Ripple *et al.* (2025), a perda global de cobertura arbórea foi de 29,6 milhões de hectares em 2024, a segunda maior superfície de perdas já registrada, em um crescimento de 4,7% no desaparecimento de florestas em relação a 2023. Este estudo apontou também que as perdas em florestas primárias tropicais foram particularmente grandes em 2024, relacionadas principalmente a incêndios que atingiram um recorde de 3,2 milhões de hectares, em comparação com apenas 690 mil hectares, em 2023. Ou seja, ocorreu um aumento de 370% deste fenômeno em 2024, em relação ao ano anterior. Além da perda global de cobertura arbórea relacionada a incêndios, com recordes históricos, especialmente devido às mudanças climáticas, tivemos o fenômeno *El Niño*, que trouxe chuvas excepcionais e enchentes, com destaque para o Sul do Brasil em 2023 e 2024. O extraordinário volume de chuvas de maio de 2024, no Rio Grande do Sul, com pluviosidades que ultrapassaram 600 a 700 mm em alguns dias ou poucas semanas, deu origem a enchentes, deslizamentos de terra e mortes nunca registrados em situações similares (Mantovani *et al.* 2024).

Os eventos climáticos extremos (chuvas torrenciais, furacões, secas intensas e prolongadas, entre outros) estão se tornando cada vez mais frequentes e com maior intensidade, causando centenas e milhares de mortes. Segundo a Organização Mundial da Saúde (WHO, 2024), o estresse térmico é apontado como a principal causa de mortes relacionadas ao clima, podendo agravar doenças preexistentes, incluindo problemas cardiovasculares, diabetes, problemas de saúde mental, asma, além de aumentar o risco de acidentes e a transmissão de doenças infecciosas.

O número de pessoas expostas ao calor extremo vem crescendo exponencialmente, em decorrência das mudanças climáticas em todas as regiões do mundo. A mortalidade relacionada ao calor, entre pessoas com mais de 65 anos de idade, aumentou em aproximadamente 85% entre 2000–2004 e 2017–2021 (Lancet Countdown, 2023). No Brasil, entre 2000 e 2018, é estimada a morte de, pelo menos, 48 mil pessoas devido a ondas de calor (Santos *et al.* 2024). Quanto aos efeitos dos eventos extremos, cabe destacar que, em maio de 2024, o evento de maior enchente histórica no Rio Grande do Sul ocorreu não somente em função das mudanças climáticas de origem antrópica, mas também em consequência da forma desordenada de ocupação e uso do solo,



conjugado ao componente de despreparo governamental na prevenção e enfrentamento da situação de calamidade.

Segundo a Agência Brasil (2025), entre os anos de 2020 e 2023, o país passou por 7.539 desastres climáticos causados por chuvas intensas. O número revela aumento de cerca de 223% em relação aos eventos ocorridos ao longo de toda a década de 1990, quando tinham sido registrados 2.335 episódios dessa natureza.

As enchentes e os movimentos de massa, lembrando aqui os milhares de deslizamentos na bacia do rio Taquari-Antas (Mantovani *et al.*, 2024) e na bacia do Guaíba como um todo, em na Região Metropolitana de Porto Alegre, esses fenômenos climático-ambientais causaram a morte de, pelo menos, 185 pessoas, além de traumas e outros prejuízos para centenas de milhares de pessoas no Rio Grande do Sul. Mantovani *et al.* 2024 associaram às causas do agravamento do fenômeno, à equivocada ocupação e à mudança no uso da terra (1985–2022), em especial a urbanização e o desmatamento em zonas sujeitas a inundações (Brack; Ruppenthal, 2023).

Outras situações climáticas de grandes proporções foram verificadas por meio de uma das maiores secas da Amazônia (Nobre, Arieira; Brandão, 2025), atingindo a maior floresta tropical do mundo, como resultado de um modelo de ocupação baseado na devastação, criação de gado e transformação posterior em monoculturas de soja e demais grãos para a exportação (Brack, 2019). Em meados do mesmo ano, provavelmente provocadas pelo aquecimento da atmosfera no Brasil, ocorreram também queimadas e níveis de fumaça extraordinários, que encobriram o sol, por vários dias. Ao mesmo tempo, as temperaturas extremas atingiram a saúde de populações de centros urbanos de diferentes regiões do Brasil, durante muitas semanas.

4. As Conferências dos Clima, capturadas pelo mundo capitalista neoliberal, e o cenário de ausência do enfrentamento conjunto à emergência climática

No tema da emergência climática, provocada pelo aumento dos gases de efeito estufa, decorrente do uso de combustíveis fósseis (carvão, petróleo e gás), cerca de 81% do total de energia utilizada no mundo seguem dependendo destas fontes, enquanto as energias renováveis (solar, eólica, hídrica e biomassa), apesar de geração crescente, permanecem não mais do que 15% do total (EPE, 2024).



Como era de se esperar, como assinalou o professor aposentado, da UNICAMP, Luiz Marques (2015), em seu livro *Capitalismo e Colapso Ambiental*, a Conferência das Partes sobre Mudanças Climáticas (COP 30), que ocorreu em novembro de 2025, em Belém do Pará, Brasil, 10 anos após o Acordo de Paris (COP 21), não trouxe qualquer avanço efetivo à diminuição dos gases de efeito estufa (gás carbônico, metano, gases de nitrogênio).

uns imaginam que uma diminuição das emissões de gases de efeito estufa e dos demais impactos antrópicos sobre a biosfera é compatível com o crescimento econômico"; outros, que o consumo nas economias avançadas atingiu ou está prestes a atingir seu pico!"; outros, ainda, que os diplomatas reunidos na COP 21 em Paris, em dezembro de 2015, darão a guinada necessária para reverter a tendência ao colapso ambiental e, mais ainda, que o que ali se decidir será acatado e cumprido; outros, enfim, que as forças do mercado acabarão por priorizar a sustentabilidade global em detrimento de suas próprias prioridades, ou que ambas as prioridades acabarão por coincidir (Marques, p. 41, 2015)

As Conferências das Partes sobre o Clima permanecem incrementando as "soluções" de mercado, na abordagem superficial de reduzir a emissão de gases de efeito estufa, sem atacar as causas mais profundas do problema. Neste caso, cabe lembrar que o mercado de carbono começou com o chamado Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL)¹¹, que surgiu na época do Protocolo de Quioto, porém não tendo prosperado. O financiamento para uma transição não toca no ponto central: reorientar uma economia que implique menor consumo de energia e que respeite os limites da natureza, combatendo o desequilíbrio. Os temas centrais da Conferência, como ocorreu também nas anteriores, limitaram-se a um imaginário de descarbonização, o que já demonstrou não ser suficiente, desde a COP 21 (Acordo de Paris). Os temas centrais destas últimas conferências restringem-se, muitas vezes, na discussão de valores de compensações de recursos desde países ricos, chamados desenvolvidos, para os do Sul Global, "em desenvolvimento". Ficaram de fora, mais uma vez, o tema obrigatório da redução não só de combustíveis fósseis, mas de todo o consumo de energia atrelado ao atual modelo de crescimento econômico ilimitado, como uma das principais causas do aumento das emissões dos gases de efeito estufa (Ferrari, 2013).

¹¹ O marco regulatório do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, ao permitir a precificação dos gases regulados pelo Protocolo de Quioto (1997), além da transação de certificados de redução entre as partes signatárias, foi deixado de lado após o Acordo de Paris, que trouxe outros elementos para o Mercado de Carbono, principalmente em mecanismo de diminuição de desmatamentos e formas de transição tecnológicas para energias menos emissoras de GEE, entre outros.



O cenário de inação para a necessidade de se enfrentar verdadeiramente as mudanças climáticas se agrava, se considerarmos o contexto de crescimento de conflitos bélicos, com desastrosas consequências humanas, sobre a biodiversidade e aumento ainda maior de liberação de GEE e exploração de recursos naturais (Ribeiro, 2024). Estes conflitos se aprofundam entre 2025 e 2026, em especial promovidos por Israel e Estados Unidos, dando continuidade ao ano anterior, principalmente com o retorno do governo de Donald Trump, e o agravamento das crises econômicas dos EUA e da União Europeia.

O sistema capitalista mundial em crise, inclusive pela escassez crescente de recursos naturais, além do processo de globalização que concentrou as indústrias de produção de bens de consumo na China e em outros países da Ásia, busca se recuperar, em modelos neoliberais, de certa forma heterodoxos pelo abandono do princípio de livre mercado. Trata-se de um processo que vem destruindo o que resta das políticas de bem-estar social e dos regramentos ambientais, aprofundando as crises socioambientais, à beira do colapso da Ecosfera (Marques, 2025).

O atual governo dos EUA, de Donald Trump, assume uma postura fortemente negacionista no tema da emergência climática e seu componente antropogênico, afastando-se, inclusive, do Acordo de Paris. Fora dos EUA, a União Europeia também não demonstra minimamente preocupação efetiva para frear a perda acentuada das condições de vida do Planeta para todos os seres, e também para assegurar as condições mínimas para as gerações futuras.

A chamada transição energética, no discurso hegemônico sobre o tema, foca-se, de forma predominantemente reducionista, na mudança da matriz energética baseada em combustíveis fósseis, apesar de que estes representam, mesmo após 10 anos do Acordo de Paris, cerca de 80% do total da energia consumida mundialmente. O foco quase exclusivo da substituição das fontes de energias não renováveis para as renováveis, equivocadamente chamadas de “limpas”, está longe de resolver o problema, se não tocarmos na essência do modelo econômico capitalista, ademais em sua fase neoliberal ainda mais destruidora (Löwy, 2024).

Há que se considerar que as energias renováveis são realmente fundamentais, porém não existe solução mágica de redução efetiva da liberação de GEE, se seguirmos atrelados, hegemonicamente, a uma visão reducionista que não toca nas verdadeiras causas associadas ao metabolismo econômico-social de uma da produção econômica



predominantemente energívora, em nível mundial, que gera crescente emissão de gases de efeito estufa (Ferrari, 2013).

Atualmente, é importante que se considere que, além da necessária redução do uso de energia - situação impensável no modelo de crescimento econômico capitalista - o uso de energias renováveis tem apoios de financiamentos governamentais e de bancos, voltados em grande parte para empreendimentos concentrados em grandes obras. Neste item, destacam-se os parques eólicos e enormes “fazendas” de energia solar fotovoltaica. Os projetos de parques eólicos e de energia fotovoltaica, sem a existência de um zoneamento ambiental nacional, já previsto desde a Política Nacional de Meio Ambiente (Lei Federal n. 6.983/1981), muitas vezes representam impactos de grande magnitude sobre populações tradicionais e à biodiversidade. A expansão das energias renováveis, em especial os parques eólicos, no Semiárido brasileiro, por exemplo, vem ameaçando os territórios de povos e comunidades tradicionais, agravando o cenário de injustiça ambiental (Cavalcante et al., 2025).

No que se refere ao tema recente, da exploração de petróleo na foz do rio Amazonas ou a ampliação de leilões para plataformas de petróleo *off shore*, tendo o petróleo como o principal produto de exportação do Brasil em 2024 e 2025, contradiz qualquer papel coerente do governo brasileiro em encarar com seriedade o tema da COP 30.

5. Os limites da Ecosfera, superados, vão além da emergência climática

O tema ambiental geralmente ganha mais destaque, principalmente na grande imprensa, quando trata das mudanças climáticas, em especial quando ocorrem eventos climáticos extremos. Entretanto, existem outras crises tão ou mais graves como o tema das emergências climáticas. Neste contexto de policrise (Svampa, 2019), devemos retomar, em especial, o relatório de setembro de 2025, do Instituto Potsdam de Pesquisas dos Impactos Climáticas (PIK, 2025), que destacou que sete limites ecológicos do planeta já foram ultrapassados, entre os nove avaliados. Além dos problemas climático-ambientais provocados pela elevação inédita de gases de efeito estufa, os outros seis limites ultrapassados, segundo o PIK, são: a perda acentuada de biodiversidade; o aumento da poluição decorrente das atuais e novas substâncias; mudança drástica do uso do solo;



escassez de fontes de água doce; desequilíbrio dos ciclos biogeoquímicos; e acidificação dos oceanos.

Nos itens avaliados acima, restritos aos limites da biosfera, não se contabiliza a problemática socioambiental, nos itens em maior crise, que poderiam ser avaliados conjuntamente, no que se refere à justiça ambiental ou à desigualdade social, em especial a concentração de renda e a pobreza superando limites da dignidade humana, e a diferença da pegada ecológica (Magela, 2013) de diferentes camadas sociais.

Segundo a entidade Oxfam (2024), 1% da população mundial emite gases de efeito estufa em igual quantidade que 5 bilhões de pessoas, ou 2/3 da humanidade, demonstrando que nem todos seres humanos impactam o meio de forma igual, e que os efeitos são ainda mais devastadores sobre os mais pobres, além de povos indígenas e comunidades tradicionais, estabelecendo os marcos de um racismo ambiental em termos globais.

6. Problemáticas decorrentes do modelo energético

O professor da USP, recentemente falecido, Célio Bermann (2012), foi um importante crítico do modelo energético, especialmente no que toca às hidrelétricas de grande porte no Brasil, correspondendo em concentração econômica e de geração de energia, em um setor elétrico autoritário relacionado, em grande parte, ao histórico dos projetos do regime militar, a partir de 1964.

O modelo planejado e implantado no modelo de geração de hidroeletricidade, pelos governos da ditadura militar, na década de 1970, principalmente na Amazônia, baseia-se em empreendimentos com dimensões extraordinárias, enormes impactos socioambientais, e geradoras de maior concentração de capital, trazendo-se aqui os casos de Belo Monte (rio Xingu, estado do Pará), Jirau e Santo Antônio (rio Madeira, estado de Rondônia) e Teles Pires (rio Tapajós, entre os estados de Mato Grosso e Pará).

No imaginário de grande parte da população, as fontes de hidroeletricidade são equivocadamente denominadas “limpas”. Entretanto Pueyo e Fearnside (2011) apresentam resultados de pesquisas científicas que associam hidrelétricas, principalmente na Amazônia, à liberação considerável de metano (CH₄), um gás de efeito estufa com muito maior absorção do calor do sol do que o gás carbônico. Há que se



considerar que não há como se chamar de limpos os impactos devastadores decorrentes de hidrelétricas como Belo Monte, Balbina, Tucuruí, Barra Grande, Santo Antônio, Teles Pires, Jirau, Itá, Machadinho, Foz do Chapecó, Campos Novos, Garibaldi, entre outras. Cabe destacar que, na metade da década passada, pelo menos 62% das hidrelétricas estavam projetadas ou construídas sobre as Áreas Prioritárias para a Biodiversidade (Portaria MMA, n.09/2007) com incidência de 25% de todas justamente nas áreas de Extrema Importância para a sociobiodiversidade (Brack et al, 2015).

As contradições nunca foram superadas, entre o modelo de geração de energia hidrelétrica promovida pelo Ministério de Minas e Energia e setores econômicos associados, incluindo as secretarias estaduais de infraestrutura e de geração de energia e os documentos de políticas protetivas do MMA.

Outro aspecto a considerar, quanto ao limite das fontes de energia renováveis, como eólica e solar fotovoltaica, trata-se de que praticamente todos os equipamentos, principalmente metais e produtos derivados do petróleo, têm como fonte de produção os gases de combustível fóssil. Além disso, os metais essenciais e outros elementos críticos (cobre, zinco, lítio, silício) derivam de mineração e de fontes de energias fósseis para sua extração, em setores que concentram capital, inclusive internacional, e é fonte de degradação ambiental (Valero; Valero, 2014). Ou seja, existe um discurso hegemônico equivocado que trata destas chamadas “energias limpas”, porém não se contabilizam os custos associados à mineração e aos limites ou ao esgotamento do recurso, levando-se em conta o ritmo exponencial de demandas, além do problema da ausência de um sistema de reciclagem destes metais. Não há contabilização dos materiais utilizados para a construção de turbinas, painéis fotovoltaicos e a infraestrutura de transmissão. A mineração, nesta transição corporativa, vem multiplicando seus perversos impactos sobre a sociobiodiversidade.

No que toca às falsas soluções nos megaprojetos de energias renováveis, os grandes parques eólicos e solares, além de concentrar capital em poucas empresas, vêm afetando biodiversidade, comunidades quilombolas, tradicionais, que, por sinal, não vêm tendo reconhecidos e considerada as consultas prévias, livres e informadas relacionadas à Convenção 169 da Organização Internacional do Trabalho (OIT). A mudança da matriz deve estar acompanhada de outras tantas iniciativas de políticas públicas, incluindo a Reforma Agrária, ainda muito lenta no Brasil, mas com um potencial de se resgatar em parte a justiça socioambiental, para as comunidades rurais de assentados e comunidades



tradicionais desenvolverem atividades como a agroecologia, com maior autonomia e soberania alimentar e energética.

No tema da geração de energia, de forma a manter maior controle social, cabe destacar que a Eletrobras possui hoje mais de 60% de seu capital privado, ligada a um processo neoliberal crescente, de ênfase à financeirização sobre ativos e setores estratégicos, incluindo aqui a água e saneamento. Empresas desse porte estão muito visadas pelo mercado de ações, já que, segundo Castilhos (2022), operam com caixas muito altos e possuem fluxo contínuo, patrimônio acumulado e a possibilidade de elevação da extração de valor por meio de regulação tarifária. A entrega da gestão energética ao capital privado, segundo este autor, representa a imposição de um modelo comprovadamente pouco eficiente e danoso à sociedade brasileira, retirando a sua função social, de forma similar à perda da gestão quanto à sustentabilidade ecossistêmica necessária, nos momentos de crise da Ecosfera.

O reducionismo da descarbonização abstrai, injustificadamente, a privatização do sistema de geração de energia, além de desconsiderar que as energias, mesmo as necessárias renováveis, nunca serão limpas e, na atualidade, dependem fortemente de combustíveis fósseis, com destaque à mineração, que busca metais para baterias, por exemplo.

7. O motor da insustentabilidade, no contexto exportador de matérias primas no Brasil

O Brasil, no contexto da divisão internacional do trabalho, inserido no Cone Sul exportador de *commodities*, vem incrementando gigantesca produção e exportação de matérias primas e semimanufaturados, com todos os efeitos colaterais climáticos e socioambientais associados pela grande escala de extração, transformação parcial e exportação. O incremento de exportação de produtos básicos, no que se chama de o “boom das *commodities*”, a partir do mega ou neoextrativismo, fortalece o processo concentrador de reprimarização da economia (Svampa, 2019; Gudynas, 2015).

Este processo ganha peso, a partir das benesses associadas ao sistema financeiro, prejudicando outras formas de produção diversificada. No Brasil, entre as 27 unidades da federação, 11 têm a soja como principal produto de exportação, seguidos de quatro exportadores de minério de ferro e aço, tendo dois o petróleo, isso sem falar em açúcar,



combustíveis, madeiras da Amazônia, alcançando cerca de 90% dos territórios da República com a liderança de matéria prima e/ou *commodity* (Brack e Mosmann, 2024). Esta profunda dependência de exportação de *commodities* gera expansão da escala de produção, para compensar a ausência de valor agregado dos produtos. Esta situação é uma das causas maiores da degradação ambiental, aliado a um sistema financeiro que lucra com essa dependência (Downbor, 2017, p.93).

Entre os impactos irreversíveis da destruição de ecossistemas naturais pelas atividades econômicas produtivas insustentáveis, além do aumento dos gases de efeito estufa, está o comprometimento das condições ambientais, incluindo o prejuízo para os segmentos mais vulneráveis da sociedade. Neste rol, estão os povos indígenas, as comunidades tradicionais e as populações marginalizadas que vivem em áreas de risco ambiental, como áreas sujeitas às enchentes e a desmoronamentos.

Mais um final de temporada de safra de grãos no Brasil (Quadro 1), e a constatação é a mesma: o agronegócio segue produzindo para exportar (Figura 1). Os cultivos de soja e milho, em sua maioria, são destinados para exportação, com grãos utilizados para alimentar animais confinados, em outros continentes. Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), por meio de seus relatórios de produção de grãos, em um período de meio século, desde 1976, tivemos no Brasil um crescimento em 597% da área de monocultivos de soja, enquanto as áreas de produção de arroz e feijão, alimentos básicos dos brasileiros, reduziram-se, respectivamente, em 74% e 42,7% (Quadro 1), ao mesmo tempo em que a população do país praticamente dobrou no mesmo período. Não raramente, o país tem que importar arroz e feijão, enquanto incrementa a substituição das áreas de alimentos para humanos por *commodities* (soja e milho), destinadas a alimentar animais confinados (Figura 1)

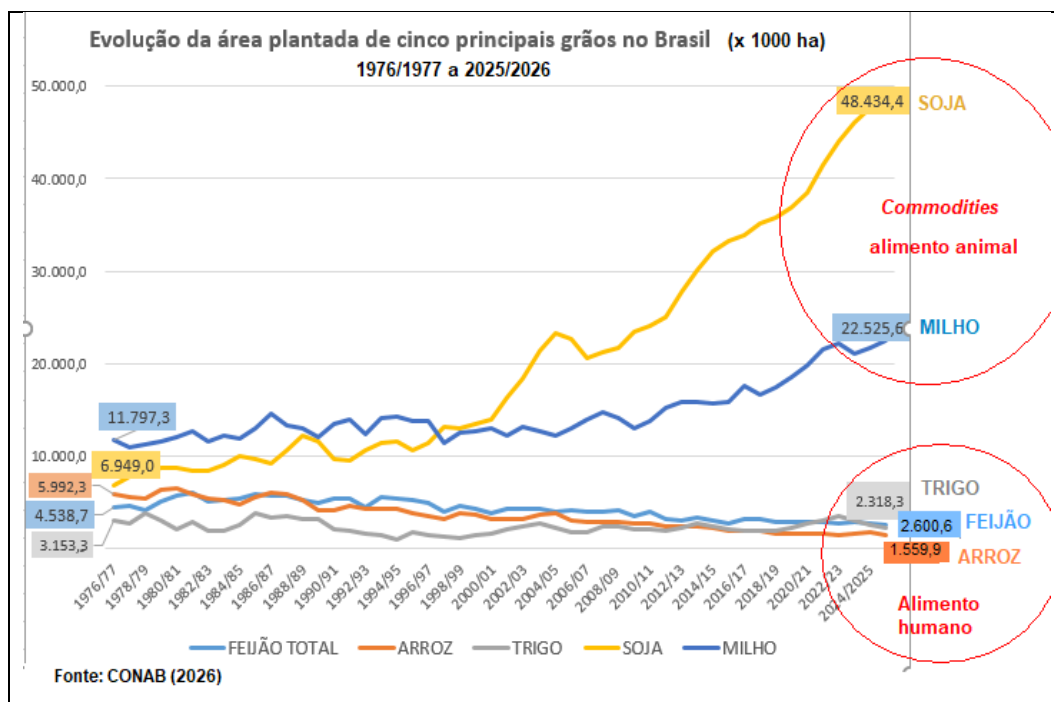
Quadro 1. Área de plantios de grãos no Brasil, em diferentes safras, e sua evolução em 50 anos

Safra/Período	1976/77	2024/25	2025/26	Evolução no Período 1976/77 a 2025/26 (%)
Culturas	Hectares	Hectares	Hectares	(%)
FEIJÃO	4.538.700	2.705.600	2.600,600	-42,7%
ARROZ	5.992.300	1.747.700	1.559.900	-74%
TRIGO	3.153.300	2.546.400	2.318.300	-26%
SOJA	6.949.000	47.637.200	48.434.400	+ 597%
MILHO	11.797.300	21.679.700	22.525.600	+90,9%

Fonte: CONAB (2026)



Figura 1. Evolução da área plantada (x 1000 ha) no Brasil, com base em algumas espécies de grãos, entre o período de cerca de 50 anos desde 1976/77.



Fonte Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). Elaboração pelos autores

O Brasil e países como Cone Sul e Sul Global incorporam, junto ao agronegócio, ao mineronegócio e ao hidronegócio, processos de financeirização e a expansão da fronteira dos interesses agrominerais sobre territórios indígenas, quilombolas e de comunidades tradicionais, associados hoje ao neoextrativismo, por meio de redes produtivas pouco diversificadas, especialmente voltadas à exportação de commodities. (Acseirad, 2022).

A manutenção do modelo neoliberal, profundamente contraditório, com o uso de recursos públicos do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), que concentram capital, inclusive em empresas estrangeiras para produção e exportação de celulose, como o caso da empresa chilena CMPC, no município de Guaíba, o que gera evidente prejuízo à diversidade econômica, diminuindo a capacidade econômica mais voltada para as condições locais, mais ecologicamente vocacionadas e mais resilientes.

Voltando ao tema da conjugação das mudanças climáticas com o resultado da agricultura convencional, é importante destacar que, no Estado do Rio Grande do Sul, a existência de campos de pastagem e florestas, no Planalto das Araucárias, nas cabeceiras do Rio Taquari-Antas, era uma condição importante de maior proteção do solo contra a



erosão, o escoamento superficial das águas das chuvas, além da maior proteção contra os assoreamentos dos cursos de água (Brack; Ruppenthal, 2023)(Figura 2). Entretanto, o abuso da transformação do solo convertidos aceleradamente em áreas de produção de grãos (soja e milho) e de hortaliças em grande escala, com mecanização intensiva, o que causa maior erosão e compactação do solo (Figura 3). Estes fatores facilitam o escoamento superficial da água das chuvas, em campos naturais onde estas águas infiltravam com mais facilidade, além do maior assoreamento dos cursos de água em decorrência da erosão provocada pela lavração e demais movimentações do solo, típicos do modelo de degradação inerentes à agricultura convencional.

Figura 2. A vegetação natural permite a infiltração da água da chuva, o ciclo da água, mantém a umidade do solo, a recarga dos aquíferos e diminui o escoamento superficial da água quando de maiores vazões e volumes hídricos mais intensos,

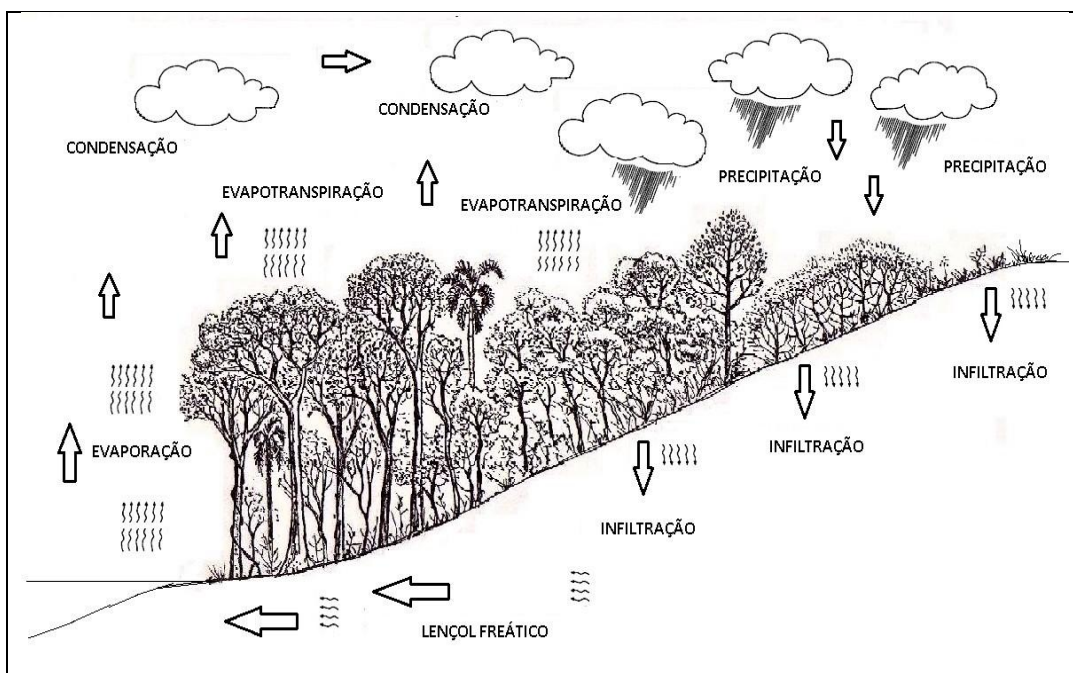


Ilustração dos autores.



Figura 3. Área de lavoura, com lavração de terra e solo nú, exposto às chuvas, erosão e assoreamento dos cursos de águas que converteram os campos nativos, no que se chamava Campos de Cima da Serra, nas cabeceiras do vale do rio Taquari-Antas, em Jaquirana, Rio Grande do Sul.



Foto dos autores

8. A economia segue imutável e insustentável, apesar do aumento dos eventos climáticos extremos

A emergência climática é de difícil solução, já que, mesmo após o Acordo de Paris, 80% da energia utilizada no mundo provém de combustíveis fósseis (carvão, petróleo e gás natural). O descontrole e o agravamento do cenário climático são situações de difícil ou quase impossível estancamento ou solução em curto ou médio prazos. Existe um conjunto grande de processos que mantêm a inércia do sistema climático que causa a liberação crescente de gigantesca quantidade de GEE.

O governo brasileiro, que sediou a COP 30, juntamente com a quase totalidade dos governos dos países que participaram da última conferência, ignorou a necessidade de redução ou mesmo uso racional de energia. Afinal, o sistema de geração de energia



está predominantemente privatizado, e as empresas concessionárias não admitem a redução ou uso racional de energia.

As empresas privadas do setor têm como missão primeira a lucratividade máxima, o que implica em expansão contínua de atividades sobre ecossistemas naturais e comunidades tradicionais, além do crescimento exponencial do consumo de energia, transformada em mercadoria, como também ocorre com os sistemas de abastecimento público de água, concedidos a empresas privadas, onde o uso racional de água não faz parte do rol de preocupações das mesmas, muito pelo contrário.

A abordagem de mercado, ou economia verde, permanece hegemônica, com a montagem de um discurso das “vantagens competitivas” que esconde contradições sociais e sua incompatibilidade em obedecer aos limites da natureza (Furtado *et al*, 2012). O encobrimento da realidade ocorre, em grande parte, pela ilusória compatibilidade de uma economia sem visão de futuro, que promete compensações financeiras, em especial no mercado de carbono para países ditos em desenvolvimento.

Ou seja, os mecanismos de mercado de carbono reforçam um imaginário de transição energética, voltado para energias renováveis que são insuficientes para suprir o modelo de expansão contínua de hiperprodução, hiperconsumo (para algumas camadas da população) e descartes monumentais de resíduos, em um contexto de reciclagem que não alcança 5% em nível mundial (Valero; Valero, 2014). Esse modelo mantém a produção em massa de itens supérfluos, gerando estoques e descartes imensos de mercadorias sem destino ou utilidade real.

Caminhos para recuperação dos sistemas ecológicos com sociobiodiversidade: restauração dos sistemas ecológicos e a interrupção de qualquer financiamento para a expansão das monoculturas, como infelizmente vem ocorrendo via Plano Safra e financiamento de bancos às monoculturas quimicodependentes. A restauração depende de pesquisas, e não corte de recursos às universidades e instituições de pesquisa que tratam destes temas de recuperar os sistemas ecológicos e a sociobiodiversidade.

Por outro lado, há que ser mencionado que no Brasil houve a aprovação da Lei Federal n. 15.190/2025, a partir do representado pela aprovação do PL da Devastação, constituindo-se em um enorme retrocesso, que poderá agravar ainda mais o tema das crises climática, da água, da biodiversidade, entre outras. O surgimento desta Lei tem vínculo com a lógica de expansão das atividades de exploração de matérias primas ou plantios de grãos para a exportação, que sofre ações de inconstitucionalidade (STF, 2025).



Esta nova lei trouxe dezenas de artigos que representam retrocessos graves, entre estes, o chamado autolicensing, anteriormente não permitidos para empreendimentos de médio porte, retirando também direitos dos indígenas, quilombolas e comunidades tradicionais, além de facilitar a destruição de vegetação nativa para obras chamadas estratégicas, mas que seguem interesses governamentais nem sempre sustentáveis. e repassando a municípios a função de licenciamento de empreendimentos de médio porte, sem critérios ou zoneamentos regionais.

9. Conclusão

Vivemos uma polícrise planetária e nacional. O tema da emergência climática não pode ser visto de forma reducionista, sem uma análise mais ampla, deixando de lado os demais limites da natureza também ultrapassados, cujas causas são, basicamente, as mesmas.

A grave polícrise socioambiental, aqui apontada, com ênfase no cenário brasileiro, quiçá faz parte de um prelúdio de um colapso ecossistêmico em curso, apresentando, basicamente, as mesmas causas antropogênicas associadas a um modelo de concentração e crescimento econômico ilimitado. O sistema de produção capitalista, nos dias atuais, provoca um alto consumo energético, como uma máquina “energívora” que faz girar uma economia que transforma a natureza em mercadorias e em capital concentrado, como se não houvesse limites planetários.

Os limites climático-ambientais correspondem desde a escassez de recursos naturais não renováveis, ou mesmo renováveis em dimensões insuficientes, até a capacidade de suporte inexistente de parte dos sistemas vivos para suprir a gigantesca máquina de produção e consumo, que promove mais e mais emissão de poluentes, ou mesmo desperdícios e descartes associados ao modo de vida moderno.

Os eventos extremos, como as chuvas nunca vistas no Rio Grande do Sul, em maio de 2024, atingindo centenas de milhares de pessoas, ou mesmo as secas extraordinárias na Amazônia, não são fenômenos puramente naturais, e o somatório de informações científicas atuais m, cada vez mais, para um possível processo de colapso climático-ambiental em curso.

Para enfrentar a emergência climática e suas consequências ambientais, não há como transição justa possível em um sistema econômico capitalista que reproduz o



círculo vicioso de lucros concentrados a oligopólios imediatistas, e que exercem grande poder nos governos e nas sociedades, comprometendo a vida digna e o futuro possível ecologicamente equilibrado na Terra.

Os fatores climáticos antropogênicos configuram não só o que vem sendo chamado de Antropoceno, mas fortalecem um cenário de aprofundamento do tema do metabolismo socioeconômico, caracterizado, de forma mais correta, como Capitaloceno.

A diminuição da liberação de gases de efeito estufa passa também pelo planejamento e controle da matriz energética, que deve ter controle público, de parte do Estado, o que requer a reestatização dos setores de geração de energia e de abastecimento de água e saneamento. Para isso, a energia não pode ser vista como uma mercadoria, de forma similar à água e à biodiversidade, que são bens públicos essenciais, não objetos de lucro.

O avanço de uma agenda capitalista neoliberal, atualmente imersa em conflitos bélicos, apresenta feições ainda mais autoritárias e violentas de parte de nações imperialistas contra territórios e povos oprimidos. Neste contexto, estamos ainda mais distantes de uma agenda possível, que incorpore iniciativas de ações climáticas necessárias para estancar o crescimento da emissão de GEE, buscando formas de se enfrentar de forma mais integrada a crise climática e ambiental sistêmica.

A tendência atual de se tratar uma mera substituição ou transição da matriz energética, desde fontes de energias não renováveis para as renováveis, equivocadamente chamadas de “limpas”, não é justa e está presa às regras do mercado e de iniciativas que, ao fim e ao cabo, são ilusórias e nos levam para a maior vulnerabilidade planetária. A COP 30 e as anteriores, além de estarem longe de resolver a emergência climática, geram uma falsa sensação de que o problema pode estar sendo resolvido isoladamente, sem tocar nos demais limites ultrapassados do planeta e sem questionar os fundamentos do modelo econômico baseado no lucro, ademais em sua fase neoliberal ainda mais destruidora.

Nosso compromisso, seja na academia ou nos movimentos sociais, é trazer a informações científicas mais completas e genuínas, além de mantermo-nos engajados na busca de sociedades desapegadas do capital e que encarem a luta coletiva e solidária como prioridade para a reconexão com a natureza.



Referências Bibliográficas

ACSELRAD, Henri (org.). Neoextrativismo e autoritarismo: afinidades e convergências. Rio de Janeiro: Garamond. 2022.

AGÊNCIA BRASIL (Empresa Brasileira de Comunicação) Desastres relacionados às chuvas triplicaram no país, aponta relatório. , Brasília, 1 jul. 2025. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/meio-ambiente/noticia/2025-07/desastres-relacionados-chuvas-triplicaram-no-pais-aponta-relatorio> . Acesso em: 10 mar. 2026.

BERMANN, C. O setor elétrico brasileiro no século 21: cenário atual e desafios. In: MOREIRA, P. F. (Org.). O Setor Elétrico Brasileiro e a Sustentabilidade no Século 21: oportunidades e desafios. 2. ed. Brasília: International Rivers Network, 2012. p. 17-22. Disponível em: https://www.internationalrivers.org/wp-content/uploads/sites/86/2020/07/setor_eletrico_desafios-oportunidades_2_edicao_nov2012.pdf . Acesso em: 28 fev. 2026.

BRACK, Paulo; RUPPENTHAL, Eduardo. L.; BRACK, Ismael Verrastro. Projetos de hidrelétricas no rio Uruguai: perdas e desafios socioambientais. *In: Márcia Luíza Pit Dal Magro, Arlene Renk e Gilza Maria de Souza Franco. (Org.). Impactos socioambientais da implantação da hidrelétrica foz do chapecó. 1ed. Chapecó: Argos, 2015, v. , p. 17-42.*

BRACK, P. As queimadas na Amazônia e o alerta do colapso do modelo de ocupação e de gestão ambiental. *Textual (Porto Alegre)*, v. 1, p. 37-42, 2019.

BRACK, Paulo; RUPPENTHAL, Eduardo. L. Reflexões frente ao desastre climático-ambiental das cheias do rio Taquari-Antas. *Sul 21. Porto Alegre.* Disponível em: <https://sul21.com.br/opiniao/2023/09/reflexoes-frente-ao-desastre-climatico-ambiental-das-cheias-do-rio-taquari-antas-por-paulo-brack-e-eduardo-luis-ruppenthal/> Acesso em: 09 mar. 2026.

BRACK, Paulo; MOSMANN, Marcelo Pretto. O agronegócio e as commodities destroem o equilíbrio climático, a economia e nossos biomas. *In: Naia Oliveira. (Org.). Ecosocialismo: para que e porquê. 1ed. Porto Alegre: Cirkula, p. 111-129, 2024*

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 2 set. 1981.* Disponível em: www.planalto.gov.br . Acesso em: 11 mar. 2026.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Portaria nº 9, de 23 de janeiro de 2007. Áreas prioritárias para a conservação, uso sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira: atualização. Brasília: MMA, 2007. Disponível em: www.gov.br. Acesso em: 11 mar. 2026.

BRASIL. Lei nº 15.190, de 8 de agosto de 2025. Dispõe sobre o licenciamento ambiental; regulamenta o inciso IV do § 1º do art. 225 da Constituição Federal [...] e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 8 ago. 2025.*



Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2025/lei/l15190.htm . Acesso em: 11 mar. 2026.

CASTILHO, D. Privatização da Eletrobras: crise planejada e a condição do atraso. *Revista da ANPEGE*, v. 18, n. 36, p. 500-525, 2022. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/anpege/article/view/16258> . Acesso em: 09 mar.2026.

CAVALCANTE, Leandro Vieira; SOUSA, Jackson Araujo de; ASSIS, Thiago Mateus Ferreira de. As contradições da energia renovável no Semiárido: o caso da injustiça ambiental produzida por empreendimento de energia solar na Comunidade Quilombola Pitombeira (Paraíba - Brasil). *Revista NERA*, v. 28, n. 73, 2025.

DOWBOR, L. A era do capital improdutivo: por que oito famílias têm mais riqueza do que a metade da população do mundo? São Paulo : Autonomia Literária, 2017.

ECMWF (European Centre for MediumRange Weather Forecasts-). Global Climate Highlights 2025. Copernicus Climate Change Service (C3S). Bonn, Germany: ECMWF. Disponível em: <https://climate.copernicus.eu/global-climate-highlights-2025> . Acesso em: 08 de mar. 2026.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). Matriz energética e elétrica, 2024. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>. Acesso em 08 de mar. 2026.

FERRARI, Lucas. Energía finita en un planeta finito. *Revista UNAM*, México..v.14.n.4, 2013. Disponível em: <https://www.revista.unam.mx/vol.14/num9/art30/art30.pdf> . Acesso em: 08 de mar. 2026.

FURTADO, Fabrina et al. Economia Verde: a nova cara do capitalismo. Rio de Janeiro: PACS; Jubileu Sul; Heinrich Böll Stiftung, 2012. Disponível em: https://br.boell.org/sites/default/files/economiaverde_web.pdf . Acesso em: 10 mar. 2026.

GUDYNAS, Eduardo. Extractivismos: Ecología, economía y política de un modo de entender el desarrollo y la Naturaleza. Cochabamba: CEDIB/CLAES. 2015.

HETTWER, H. R. O ciclo da soja e a divisão internacional do trabalho – Análise de pactos e impactos diante da reprimarização, desindustrialização e desnacionalização brasileira. *Ágora*, v. 25, n. 2, pp. 120-150, 2023.

LANCET COUNTDOWN. Heat-related Mortality. 2023. Disponível em: <https://lancetcountdown.org/explore-our-data/>. Acesso em 09 mar.2026.

LÖWY, Michael. Crise ecológica, crise capitalista, crise de civilização: a alternativa ecossocialista. *Caderno CRH*, Salvador, v. 26, n. 1, p. 76-86, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ccrh/v26n67/a06v26n67.pdf> . Acesso em: 05 mar. 2025.



MAGELA, Geralda. Pegada ecológica: nosso estilo de vida deixa marcas no planeta. Brasília: WWW-Brasil, 2013.

MANTOVANI, José Roberto, ALCÂNTARA, Enner; PAMPUCH, L.A. *et al.* Assessing flood risks in the Taquari-Antas Basin (Southeast Brazil) during the September 2023 extreme rainfall surge. *Nat. Hazards* v.1, n. 9, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s44304-024-00009-8> . Acesso em: 09 mar. 2026.

MANTOVANI, José Roberto; ALCÂNTARA, Enner; BAIÃO, Cheila Flávia *et al.* Unprecedented flooding in Porto Alegre Metropolitan Region (Southern Brazil) in May 2024: Causes, risks, and impacts. *Redes*, [S. l.], v. 29, 2024. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0895981125001956> . Acesso em 09 mar.2026.

MARQUES, Luiz. Capitalismo e colapso ambiental. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2015.

NOBRE, Carlos Afonso; ARIEIRA, Julia; BRANDÃO, Diego Oliveira. Amazônia em risco e a COP30 como uma oportunidade crítica para evitar o ponto de não retorno. *Estudos Avançados*, v. 39, n. 113, 2025. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/XXhv84McGLwFnksQsTgMkrS/?format=pdf&lang=pt> . Acesso em: 10 mar. 2026.

OXFAM BRASIL. A desigualdade na emissão de carbono mata: Porque a redução das emissões excessivas de uma pequena elite permite criar um planeta sustentável para todos (Relatório Executivo). São Paulo: Oxfam Brasil, 2024.

PUEYO, S.; FEARNSIDE, P. M. Emissões de gases de efeito estufa dos reservatórios de Hidrelétricas: implicações de uma lei de potência. *Oecologia Australis*, v. 15, n. 2, p. 199-212, 2011.

POTSDAM INSTITUTE FOR CLIMATE IMPACT RESEARCH (PIK). Planetary Health Check 2025. *Planetary Boundaries Science (PBScience)*. Potsdam, Germany, 2025. Disponível em: https://publications.pik-potsdam.de/rest/items/item_32589_1/component/file_32845/content . Acesso em: 08 mar. 2026.

RIBEIRO, Wagner Costa. Guerras e meio ambiente, uma combinação que não se ajusta aos interesses da humanidade. *Jornal da USP no Ar*, São Paulo, 2024. Disponível em: <https://jornal.usp.br/?p=827399> . Acesso em: 10 mar. 2026.

RIPPLE, William J.; *et al.* The 2025 state of the climate report: a planet on the brink. *BioScience*, v. 75, p. 1016–1027, 2025. Disponível em: <https://academic.oup.com/bioscience/article/75/12/1016/8303627?guestAccessKey=> . Acesso em: 05 mar. 2026.

SANTOS, Djacinto Monteiro dos; LIBONATI, Renata; GARCIA, Beatriz N.; GEIRINHAS, João L.; *et al.*. Twenty-first-century demographic and social inequalities of heat-related deaths in Brazilian urban areas. *PLOS ONE, PLoS ONE* 19(1): e0295766.,. 2024. Disponível em:



<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0295766> Acesso em: 10 mar. 2026.

SUPREMO TRIBUNAL FEDERAL (STF). Partidos e associações questionam pontos da Lei Geral de Licenciamento Ambiental. Brasília: STF, 29 dez. 2025. Disponível em: <https://noticias.stf.jus.br/postsnoticias/partidos-e-associacoes-questionam-pontos-da-lei-geral-de-licenciamento-ambiental/>. Acesso em: 11 mar. 2026.

SVAMPA, Maristella. As fronteiras do neoextrativismo na América Latina: conflitos socioambientais, giro ecoterritorial e novas dependências. São Paulo: Editora Elefante, 2019.

VALERO, Antonio; VALERO, Alicia. Thanatia: the Destiny of the Earth's mineral resources. A Thermodynamic Cradle to Cradle Assessment. Hackensack, NJ: World Scientific Publishing Company, 2014.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Heat and Health (Calor e saúde). 28.05.2024. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-heat-and-health>. Acesso em: 07 mar. 2026.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (WMO). Carbon dioxide levels increase by record amount to new highs in 2024. Geneva: WMO, 15 out. 2025. Disponível em: <https://wmo.int/media/news/carbon-dioxide-levels-increase-record-amount-new-highs-2024> . Acesso em: 10 mar. 2026.



Sobre os autores

Paulo Brack é Professor, pesquisador e extensionista do Curso de Ciências Biológicas da UFRGS. Biólogo, Mestre em Botânica pela UFRGS e Doutor em Ecologia e Recursos Naturais, pela UFSCar.

Eduardo Luis Ruppenthal é Professor de Ensino Médio, biólogo, Mestre em Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural pela UFRGS, doutorando pela UERGS.

Ismael Verrastro Brack é biólogo, Mestre e Doutor em Ecologia pelo Programa de Pós Graduação em Ecologia da UFRGS. É pós-doutor e pesquisador no Department of Forest Resources Management, University of British Columbia, BC, Canada.

Créditos de autoria

Os autores contribuíram igualmente com a conceituação, escrita e revisão do artigo.

Declaração sobre conflito de interesses

Não há possíveis conflitos de interesse na realização e comunicação das pesquisas.

Informações sobre financiamento

Esta pesquisa não foi realizada com financiamento ou apoio financeiro.

Declaração de Disponibilidade de Dados

Os dados que sustentam as conclusões deste estudo estão disponíveis no próprio artigo.

Declaração sobre o Uso de Inteligência Artificial

Não foi utilizada ferramenta de IA no desenvolvimento deste trabalho.

Editoras Responsáveis pela Avaliação e Editoração

Carolina Alves Vestena e Bruna Bataglia.

