

DIÁLOGOS
AVANÇADOS

VOLUME 1

AS CIÊNCIAS____
DIANTE DO____
ANTROPOCENO

DIÁLOGOS
AVANÇADOS

VOLUME 1

AS CIÊNCIAS____
DIANTE DO _____
ANTROPOCENO

USP

UFSCar

ie]  Instituto de
Estudos
Avançados da
Universidade de
São Paulo
Polo São Carlos

ieAE  Instituto de Estudos
Avançados e Estratégicos
da UFSCar

Diálogos Avançados 1 - As Ciências Diante do Antropoceno

Esta publicação é resultado da primeira edição do evento **Diálogos Avançados** ocorrida em 2024. Os Diálogos são encontros interdisciplinares organizados pelo Instituto de Estudos Avançados da USP – Polo São Carlos e pelo Instituto de Estudos Avançados e Estratégicos da UFSCar a partir de temas emergentes e estratégicos. Com periodicidade anual, acontecem nos *campi* da USP e da UFSCar na cidade de São Carlos e são abertos a todos os públicos.

DIÁLOGOS
AVANÇADOS

VOLUME 1

AS CIÊNCIAS____
DIANTE DO _____
ANTROPOCENO

ORGANIZAÇÃO

Elisabete Moreira Assaf

Adilson Jesus Aparecido de Oliveira

David Moreno Sperling

Elisabeth Márcia Martucci

Cláudia Maria Simões Martinez

SÃO CARLOS

IEA-USP Polo São Carlos

IEAE/UFSCar

2025



REITOR

Carlos Gilberto Carlotti Junior

VICE-REITORA

Maria Arminda do Nascimento Arruda



REITORA

Ana Beatriz de Oliveira

VICE-REITORA

Maria de Jesus Dutra dos Reis



DIRETORA

Roseli de Deus Lopes

VICE-DIRETOR

Marcos Buckeridge

COORDENADORA DO POLO SÃO CARLOS

Elisabete Moreira Assaf

VICE-COORDENADOR DO POLO

SÃO CARLOS

David Moreno Sperling



DIRETOR

Adilson Jesus Aparecido de Oliveira

COORDENADOR DE CIÊNCIAS DA VIDA

Fábio Viadanna Serrão

COORDENADOR DE CIÊNCIAS EXATAS E

TECNOLOGIA

Sílvio Renato Dahmen

COORDENADOR DE HUMANIDADES

Fábio José Bechara Sanchez

LOGOMARCA DIÁLOGOS AVANÇADOS - David Moreno Sperling

IDENTIDADE VISUAL DO EVENTO - Tie Ito

FOTOGRAFIAS DA CAPA E ABERTURA DE SEÇÕES - Luciano da Costa

REVISÃO TEXTUAL - Cauã Stiven Cardoso

PROJETO GRÁFICO E DIAGRAMAÇÃO - Juliana Ferreira Bernardo

Direito de reprodução do livro

Qualquer parte desta publicação pode ser reproduzida, desde que citada a fonte.

Outros suportes disponíveis

Disponível em: <http://www.iea.usp.br> e <http://www.ieae.ufscar.br>

Ymé îandê jara suí Yby Îandê Yby

(Não somos donos da Terra... Somos a Terra)

Casé Angatu

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	11
--------------	----

Diálogos em São Carlos

<i>Adilson Jesus Aparecido de Oliveira e Elisabete Moreira Assaf</i>	15
--	----

EXISTE MESMO UM ANTROPOCENO OU SERÁ O VELHO COLONIAL CAPITALISMO QUE DEVORA A TERRA E TODAS AS PESSOAS?	
--	--

<i>Casé Angatu</i>	27
--------------------	----

DE QUE FALAMOS QUANDO FALAMOS DE ANTROPOCENO	45
--	----

Desenvolvimento Sustentável

<i>José Eli da Veiga</i>	51
--------------------------	----

*Antropoceno e Ponto Crítico do Antropoceno: Humanismo, Razão,
Economia e Política*

<i>Vera Alves Cepêda</i>	65
--------------------------	----

BIODIVERSIDADE, MORTE E VIDA DAS ESPÉCIES	79
---	----

Biodiversidade, Morte e Vida Das Espécies no Antropoceno

<i>Hugo Miguel Preto de Moraes Sarmento</i>	85
---	----

<i>O Antropoceno e o Torporceno</i> <i>Stelio Marras</i>	101
---	-----

VIDA E ENERGIA 115

<i>Biosfera e energia: da Origem da Vida ao Antropoceno</i> <i>Sonia Maria Barros de Oliveira</i>	121
--	-----

<i>Transição Energética</i> <i>Ernesto Chaves Pereira de Souza</i>	139
---	-----

URBANIZAÇÃO PLANETÁRIA, ECOLOGIAS E DESIGUALDADES 155

<i>As Cidades: os Caminhos do Campo</i> <i>Maria Aparecida de Moraes Silva</i>	161
---	-----

<i>Geotecnologias para a Justiça Ambiental: a Plataforma UrbVerde e os Desafios do Antropoceno</i> <i>Marcel Fantin</i>	179
--	-----



APRESENTAÇÃO_____



*Adilson J. A. de
Oliveira (IEAE-UFSCar)*

Diretor do Instituto de Estudos Avançados e Estratégicos (IEAE) da UFSCar. Foi Vice-Reitor da UFSCar entre novembro de 2012 e novembro de 2016. Concluiu doutorado em Ciências (Física da Matéria Condensada) pela UFSCar em 1996. Atua no Grupo de Supercondutividade e Magnetismo (GSM). É Pesquisador Principal do CEPID FAPESP - Centro de Desenvolvimento de Materiais Multifuncionais (CDMF). Fundador e Coordenador do Laboratório Aberto de Interatividade (LAbI) da UFSCar, laboratório voltado para o desenvolvimento de metodologias para divulgação científica. Seus principais interesses são na área de Física, com ênfase em Materiais Magnéticos e Propriedades Magnéticas, e em Divulgação Científica. É colunista da Revista *Ciência Hoje*. Laureado do Prêmio Ernesto Hamburger de Divulgação das Ciências Físicas da Sociedade Brasileira de Física (2019).____

Coordenadora do Instituto de Estudos Avançados (IEA) da USP no Polo São Carlos. É professora associada do Instituto de Química de São Carlos (IQSC-USP) e também orienta na Escola Politécnica (Poli-USP). Possui mestrado em Engenharia Química pela UFSCar e doutorado na mesma área pela USP, além de pós-doutorados realizados na UFSCar e na Universidade da Califórnia. Sua atuação científica concentra-se no desenvolvimento de catalisadores heterogêneos aplicados a processos químicos industriais, com ênfase na produção, purificação e utilização de hidrogênio. Coordena e conduz projetos estratégicos voltados à geração de combustíveis limpos e ao avanço da química ambiental, contribuindo para soluções tecnológicas de impacto na transição energética e na sustentabilidade.

ELISABETE M. ASSAF
(IEA-USP)



DIÁLOGOS EM SÃO CARLOS

*Adilson Jesus Aparecido de Oliveira
Elisabete Moreira Assaf*

As primeiras décadas do século 21 têm sido uma época de profundas transformações em nossa sociedade, levando a mudanças significativas nas formas de relacionamentos. Polarização política, isolamento social, acirramento das desigualdades, desinformação, “fake news” e excesso de conteúdo sem qualidade são algumas das características deste novo tempo. Em todas elas, falta espaço para um diálogo genuíno, incluindo escuta atenta e falas que estejam além do confronto.

A mesma lógica se repete no mundo acadêmico, onde predomina a especialização e a falta de pesquisas em colaboração entre as diferentes áreas do conhecimento. Em outras palavras, a ciência ainda necessita aumentar os diálogos entre as áreas existentes para ampliar suas fronteiras e, de fato, provocar mudanças que favoreçam a toda a sociedade.

Em contrapartida, os atuais desafios que a contemporaneidade apresenta são cada vez mais complexos e exigem “diálogos” de semelhante abordagem, ou seja, a existência de colaboração entre as diferentes áreas do conhecimento para pensar e propor possíveis soluções.

A presença da Universidade de São Paulo (USP) e da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), além das unidades de pesquisas da Embrapa e parques tecnológicos em São Carlos fazem com que essa cidade seja um polo especial de criação de novas ideias e conhecimentos e se torne um espaço ideal para se propor iniciativas multidisciplinares. Surgem, assim, os Diálogos Avançados.

O evento Diálogos Avançados resulta de uma parceria criada em 2024 entre o Instituto de Estudos Avançados da USP – Polo de São Carlos – e o Instituto de Estudos Avançados e Estratégicos da UFSCar. Essa parceria entre os Institutos dessas universidades é importante por razões tanto acadêmicas quanto estratégicas, que incluem fortalecer a produção de conhecimento interdisciplinar e inovador, criar redes de cooperação científica e contribuir para a formulação de respostas aos grandes desafios da humanidade.

A interação resultante da parceria favorece a reflexão sobre o papel das instituições na sociedade, aprimora suas práticas acadêmicas e amplia o impacto social e cultural da ciência. Ao valorizar o pensamento crítico e a colaboração, esses encontros entre os institutos reafirmam o compromisso das universidades com o avanço do conhecimento e com a construção de um futuro mais sustentável e inclusivo.

Assim, é fundamental que pesquisadores e cientistas de diferentes áreas reflitam em conjunto sobre temas atuais, porque os desafios do nosso tempo são complexos e interdependentes, ultrapassando os limites de qualquer área do conhecimento isolada. Questões como mudanças climáticas, transformações tecnológicas, desigualdades sociais ou crises políticas e éticas exigem abordagens que integrem saberes científicos, humanísticos e sociais.

O diálogo interdisciplinar permite ampliar as perspectivas de análise, favorece a inovação conceitual e permite compreender as múltiplas dimensões dos problemas – suas causas, impactos e possíveis soluções. A interdisciplinaridade e a transdisciplinaridade fortalecem a inovação, ampliam a compreensão da realidade, estimulam a construção coletiva do conhecimento, valores essenciais para o avanço da ciência e para a atuação responsável das universidades diante da sociedade.

Aliás, esse diálogo com diferentes públicos era também um de nossos objetivos. Mais do que cientistas e pesquisadores interagindo entre si, desejávamos que diversos segmentos da sociedade pudessem ter voz, expusessem suas inquietações e contribuíssem com seus saberes.

Foi dessa maneira que pensamos que a primeira edição dos Diálogos Avançados deveria trazer uma temática que envolvesse a todos e que fosse uma urgência atual. Dessa forma, o tema **As Ciências diante do Antropoceno** foi escolhido. O conceito **Antropoceno** traz consigo um grande desafio intelectual e ético do nosso tempo, pois permite compreender o papel da humanidade como força geológica capaz de transformar o planeta, clima, biodiversidade, oceanos, atmosfera e ciclos biogeoquímicos. O Antropoceno ultrapassa fronteiras disciplinares – envolve ciências naturais, humanas, sociais, tecnológicas e artísticas – e, portanto, exige um diálogo genuinamente interdisciplinar.

Por um lado, há cientistas e pesquisadores que veem no Antropoceno uma oportunidade de integrar saberes e compreender os impactos humanos em escala global, promovendo reflexões sobre sustentabilidade, ética e responsabilidade. Por outro, há críticas que apontam os limites do termo, seja por seu caráter ainda impreciso do ponto de vista geológico, seja por atribuir responsabilidades à humanidade como um todo.

Essa disputa por narrativas é também uma disputa pela verdade e cabe à Ciência reafirmar seu papel ético e coletivo na construção de um futuro sustentável e informado, defendendo o conhecimento e defendendo a vida.

Para os nossos Institutos o evento **As Ciências diante do Antropoceno** permitiu uma reflexão conjunta sobre as relações entre conhecimento, sociedade e meio-ambiente, promovendo uma visão crítica e integrada do presente e pensando propostas para o futuro.

Além disso, a discussão sobre Antropoceno em uma colaboração entre Universidades reforça o compromisso das Instituições com a produção de saberes voltados ao bem comum e à sustentabilidade da vida em todas as suas dimensões.

Essa obra apresenta as contribuições e reflexões das pessoas convidadas a debater o tema a partir de diferentes pontos de vistas. Convidamos para inaugurar os Diálogos Avançados o professor Casé Angatu, da Universidade Estadual de Santa Cruz, Bahia, para introduzir a sua visão particular sobre o Antropoceno. A partir da abertura, professores e professoras da Universidade de São Paulo e da Universidade Federal de São Carlos compuseram quatro mesas para que houvesse um diálogo interdisciplinar entre as instituições.

Casé Angatu, em seu texto “Existe mesmo um Antropoceno ou será o Velho Colonial Capitalismo que devora a Terra a todas as pessoas, aborda a relação entre os Povos Indígenas e o conceito de Antropoceno, questionando a utilidade deste termo frente à historicidade do colonialismo e do capitalismo na degradação ambiental. Ele destaca seu papel dentro de um diálogo que busca respeitar as epistemologias indígenas, enfatizando a necessidade de reconhecer a diversidade cultural e identitária entre os Povos Originários do Brasil.

Angatu aponta que muitos indígenas se opõem à ideia de “isolamento”, visto que essa terminologia perpetua uma narrativa colonial. Argumenta que as legislações contempo-

râneas, como a “Lei do Marco Temporal”, ameaçam os direitos territoriais dos indígenas e evidenciam o contínuo atropelo de seus direitos em nome do “desenvolvimento”. A defesa da natureza é um elemento central da identidade indígena e sua luta pela terra é uma resistência viva contra um histórico de etnogenocídio. O autor apresenta como principal crítica a forma com que o conceito de Antropoceno é utilizado, sugerindo que a noção desconsidera as contribuições dos Povos Indígenas para a preservação da natureza e perpetua uma narrativa que apaga suas vozes. O que se evidencia é uma luta contínua pela valorização de saberes ancestrais e uma crítica contundente ao capitalismo que explora e devora tanto a terra quanto as comunidades humanas. Em sua visão, a emancipação indígena é vital para superar a dicotomia entre sociedade e natureza, reivindicando uma relação de pertencimento que respeite a Terra como um ente sagrado e coletivo.

José Eli da Veiga, do IEA-USP, discute como o conceito de desenvolvimento sustentável se modificou ao longo do tempo, situando-o dentro de um contexto histórico e científico mais amplo. Destaca que, embora a ideia de sustentabilidade tenha sido inicialmente ridicularizada, se transformou em um valor amplamente aceito. Ressalta que ainda existem contestações sobre seu significado e aplicação, incluindo a visão de que pode obscurecer as limitações impostas pela natureza.

O contraponto interessante é apresentado quando se relaciona sustentabilidade e resiliência, sendo que a primeira é vista como um valor social que abrange a capacidade do ser humano de viver de maneira sustentável, enquanto a segunda é um conceito científico focado na capacidade de sistemas socioecológicos se adaptarem a perturbações. A diferença fundamental é que a resiliência não implica necessariamente em uma mudança positiva, e a ideia de que resiliência é sinônimo de estabilidade é um erro comum.

Veiga destaca que, ao longo da história, o desenvolvimento passou a ser associado não apenas ao crescimento econômico, mas à capacidade dos indivíduos de fazerem escolhas significativas sobre suas vidas. O autor discorre ainda sobre a evolução dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM) para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), citando a necessidade de considerar tanto a equidade social quanto a sustentabilidade ambiental.

Por fim, a reflexão se estende até o conceito de Antropoceno, questionando se a humanidade já não se encontra em um novo período geológico marcado pela intensa pressão que exerce sobre os ciclos da Terra. Veiga conclui que, independentemente do reconhecimento oficial do Antropoceno, as consequências da atividade humana no ambiente foram profundas e exigem repensar nossas interações com o mundo natural, com a adoção de práticas que garantam tanto a qualidade de vida presente quanto futura.

Vera Alves Cepêda, da UFSCar, discute as implicações do Antropoceno, mostrando que não é apenas uma realidade ambiental, mas também uma crise social e política que exige uma reavaliação das lógicas estruturais e sistêmicas que sustentam a sociedade contemporânea. Existe fragilidade e interdependência da humanidade em relação ao meio ambiente e o quadro atual que estamos vivenciando das mudanças climáticas é também resultado de uma lógica econômica e política dominada pelo individualismo e pela busca incessante de lucro, levando a desigualdades e injustiças. Nesse sentido, a autora sugere que a solução para a crise do Antropoceno deva passar pela transformação das relações sociais e das práticas políticas, promovendo uma nova forma de convivência entre humanos e não humanos, em busca de um equilíbrio ecológico.

Hugo Sarmento, da UFSCar, discute a interconexão da biodiversidade com a saúde dos ecossistemas e os serviços que oferecem à humanidade, como purificação do ar e da água, regulação do clima e polinização. Ele enfatiza a complexidade das redes ecológicas e a importância da diversidade biológica para a estabilidade dos sistemas naturais, especialmente diante das crescentes pressões antropogênicas.

Sarmento explora a dinâmica histórica de extinções e diversificações de espécies, sublinhando que, embora o desaparecimento de espécies seja devastador, a vida na Terra sempre foi marcada por ciclos de extinção e surgimento de novas formas de vida, mas a taxa de extinção impulsionada pela humanidade é um processo sem precedentes em comparação com eventos passados. O autor argumenta ainda que as mudanças ambientais provocadas pelo ser humano têm alterado a distribuição e o comportamento das espécies, criando interações ecológicas. Somente por meio da construção de uma consciência planetária, a educação ambiental e o fortalecimento das governanças participativas serão capazes para promover a integração entre práticas sustentáveis, proteção dos biomas e justiça social.

Stelio Marras, da USP, explora as interligações entre o Antropoceno, caracterizado pela era de intensas transformações ecológicas e climáticas, e uma fase de apatia e negação das realidades ambientais: o Torporceno. Esta fase representa uma resposta negativa à crise ambiental, marcada por uma convergência de negacionismos que afetam tanto a esfera política quanto a científica. O autor propõe uma reavaliação dos conceitos fundamentais que moldam nosso entendimento do mundo, enfatizando a interdependência entre humanos e não humanos.

Marras critica a rejeição do dualismo natureza/sociedade, pois defende que essas categorias são relevantes para enfrentar os negacionismos e a desinformação existentes. Defende que, ao invés de eliminar essa distinção, é necessário adaptá-la para descrever as complexas relações que emergem no Antropoceno. E ressalta que os efeitos das mudanças climáticas e da degradação ambiental não podem ser dissociados das dinâmicas sociais, políticas e econômicas. Por esse motivo, é importante repensar nossa relação com o meio ambiente, promovendo um “contrato natural” que reconheça a agência dos não humanos e busque formas de convivência mais equitativas.

Ernesto Pereira, da UFSCar, apresenta uma reflexão sobre a transição energética, que é um dos maiores desafios e oportunidades do século XXI, pois ela refletirá diretamente nas formas de produção, consumo e distribuição de energia, em resposta à crise climática e às desigualdades sociais. Esse processo envolve a substituição gradual de fontes tradicionais de energia, como combustíveis fósseis, por fontes renováveis, como solar, eólica e biomassa. Ao longo da História observou-se que as grandes transições energéticas, como a adoção do carvão e do petróleo, moldaram sociedades e as formas de produção de bens de consumo. Contudo, na atual transição que estamos vivenciando não é apenas uma questão de eficiência, pois é de fundamental importância mitigar os efeitos adversos das mudanças climáticas.

Para limitar o aquecimento global a 1,5°C, as emissões de CO₂ devem ser reduzidas em aproximadamente 50% até 2030, com metas de neutralidade até 2050. Nesse contexto, a eficiência energética se torna fundamental. Além disso, a justiça energética é essencial, pois cerca de 770 milhões de pessoas ainda vivem sem eletricidade. A transição deve ser inclusiva, garantindo acesso universal à energia renovável. Soluções como armazena-

mento de energia, digitalização do setor elétrico e novas tecnologias, como hidrogênio verde, devem ser integradas, reforçando a importância de uma governança que considere os aspectos sociais e ambientais dessa transformação.

Biosfera e Energia: Da origem da vida ao Antropoceno é o tema explorado por Sonia Maria Barros de Oliveira, da USP, no qual a considera-se a relação entre a energia e a vida na Terra, desde a origem da vida até a atualidade. Os primeiros organismos que surgiram em nosso planeta dependiam da energia interna da Terra. Os processos evolutivos que levaram ao desenvolvimento da fotossíntese permitiram a produção de oxigênio e a respiração aeróbica revolucionando a biosfera.

Oliveira apresenta a história da humanidade em períodos de consumo energético: a era solar, a era dos combustíveis fósseis e a era da energia renovável e nuclear, ressaltando a crescente dependência dos combustíveis fósseis desde a Revolução Industrial, e como isso afetou a biosfera. A interação entre a tecnosfera e a biosfera caracteriza o Antropoceno, quando a atividade humana alterou drasticamente os fluxos de energia e materiais no planeta. A autora analisa a intensificação do uso de recursos e as emissões de carbono resultantes, enfatizando que, para mitigar as mudanças climáticas, é essencial uma transição energética significativa.

Maria Aparecida de Moraes Silva, da UFSCar, em “As cidades: os caminhos do campo”, aborda a interconexão entre urbanização e ecologia, discutindo como o crescimento das cidades e as transformações do campo levam à extração de recursos naturais e à degradação social. Em particular, ao analisar a história da expansão capitalista no estado de São Paulo, enfatiza a expropriação de terras ocupadas por populações originárias e o impacto da agricultura cafeeira, seguidos por uma transição para a cana-de-açúcar, que resultou em migrações forçadas para as periferias urbanas. O mesmo se destaca nos efeitos da exploração mineral, exemplificando com a extração de lítio no Vale do Jequitinhonha e os impactos negativos sobre a saúde das comunidades locais. As estruturas sociais, econômicas e políticas levaram à atual urbanização. Dessa forma, para mudar a ordem socioeconômica que perpetua desigualdades e vulnerabilidades deve-se promover um novo entendimento a partir do qual urbanização e ecologia coexistam de forma sustentável.

O capítulo final “Geotecnologias para a Justiça Ambiental: a Plataforma UrbVerde e os Desafios do Antropoceno”, de Marcel Fantin, da USP, discute as desigualdades socioambientais nas cidades, utilizando a Plataforma UrbVerde que combina tecnologias de sensoriamento remoto, ciência cidadã e governança colaborativa para monitorar os efeitos das ilhas de calor e a distribuição desigual de áreas verdes nas cidades brasileiras. A interseção entre urbanização e desigualdade, evidenciando como bairros vulneráveis, especialmente os habitados por populações negras e pardas, sofrem com a falta de infraestrutura verde. A plataforma UrbVerde oferece um modelo promissor para políticas públicas mais transparentes e eficazes, integrando tecnologia, educação e participação social na busca por justiça ambiental e resiliência urbana no contexto contemporâneo.

Os Diálogos Avançados “As Ciências diante do Antropoceno” foi uma excelente oportunidade de reunir cientistas e pesquisadores da USP e da UFSCar para reflexões profundas. Outros Diálogos Avançados virão. Aproveitem essas reflexões.

Boa Leitura!



*EXISTE MESMO UM ANTROPOCENO
OU SERÁ O VELHO COLONIAL _____
CAPITALISMO QUE DEVORA _____
A TERRA E TODAS AS PESSOAS? _____*



Casé Angatu (UESC/UFSB)

Indígena morador no Território Tupinambá em Olivença (Ilhéus/BA). Docente na Universidade Estadual de Santa Cruz – (UESC/Ilhéus/BA) e no Programa de Pós-Graduação em Ensino e Relações Étnico-Raciais da Universidade Federal do Sul Bahia (PPGER/UFSB). Organizador/Docente do Curso de “Extensão (Île’engara) Indígenas Identidades Paulistanas”. Pós-Doutorado em Psicologia UNESP/Assis. Doutor pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAU/USP). Mestre em História pela PUC/SP; Graduado em História pela UNESP. Autor dos livros: *Nem Tudo Era Italiano – São Paulo e Pobreza (1890-1915)* (Annablume/FAPESP, 2018) e *Identidades Urbanas e Globalização: constituição territórios em Guarulhos/SP* (Annablume, 2006). Coautor dos Livros e das produções: *Atlas do Chão* (2022), *Índios no Brasil: Vida, Cultura e Morte* (LEER/USP, 2018); *A Lei 11.645/08 nas artes e na educação: perspectivas indígenas e afro-brasileiras* (ECA/USP, 2020); *Literatura indígena brasileira contemporânea: autoria, autonomia, ativismo* (2020).

EXISTE MESMO UM ANTROPOCENO OU_ SERÁ O VELHO COLONIAL CAPITALISMO QUE DEVORA A TERRA E TODAS AS _____ PESSOAS?_____

Casé Angatu (Carlos José F. dos Santos)

Universidade Federal do Sul da Bahia (UFSB)

Pós-Graduação em Ensino e Relações Étnico-Raciais

Ymé ãandê jara suí Yby

Ãandê Yby

(Casé Angatu)¹

Apresentação: por um diálogo sem epistemicídios

Com as palavras em Tupy acima, entre outras, no dia 15 de outubro de 2024, principiei com muita honra a Palestra de Abertura do evento: *Diálogos Avançados - As Ciências Diante do Antropoceno*. Evento organizado pelo Instituto de Estudos Avançados da USP (IEA-USP) e Instituto de Estudos Avançados e Estratégicos da UFScar (IEAE-UFSCAR).

A minha Ìe'engara (fala proseada e cantada) procurou indignamente dialogar com o importante e inquietante tema do encontro: *As ciências diante do Antropoceno*. De mesma forma, buscou refletir sobre as duas inspiradoras indagações apresentadas no material de divulgação da Palestra: *Temos mesmo direito à Terra? Como os Povos Originários explicam nossa relação com a Natureza?*

Assim, como naquele momento, não irei nesta escrita oferecer respostas definitivas. O que segue são ponderações no sentido de criar ou aprofundar inquietações em rela-

1. Não somos donos da Terra ... Somos a Terra. Esta frase encontra-se no sítio digital e na publicação *Atlas do chão: constelação independente*, organizada por Ana Luiza de Souza Nobre e David Sperling (2023). OBS: as palavras em Tupy não serão aqui traduzidas literalmente para a língua chamada de portuguesa por serem de tradição oral e com variações locais. Assim, serão interpretadas conforme o contexto oral do lugar onde moro.

ção às concepções que, por vezes, são estabelecidas como normatizações, na minha compreensão. Algo que ocorre com algumas das utilizações da palavra antropoceno e com as quais possuiu discordâncias epistemológicas e práticas.

No entanto, antes de prosseguir, saliento que não escrevo aqui em nome dos Povos Originários que vivem nesse lugar chamado Brasil (para muitos de nós: Pindoretama), apesar de ser Indígena e viver na Terra Originária Tupinambá de Olivença, localizada no município de Ilhéus - Sul da Bahia.

Pondero que existem muitas identidades em comum entre Povos e Pessoas Originárias em suas diferentes formações étnicas, territoriais, históricas e socioculturais.² Observadas as especificidades, muitos de nós somos semelhantes: na relação de pertencimento à natureza; rituais; espiritualidades; temporalidades; cultivo na natureza sem a ofender; curas; uso das ervas; moradias; construir coisas (ocas, artesanatos, etc.) que não são mercadorias; lutar por direitos; proteção e preservação das matas, florestas, águas, terras, seres humanos e não humanos; entre outras identidades.

Entretanto, não posso deixar de considerar que a População Indígena no Brasil chegou a 1.693.535 pessoas em 2022, conforme os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022). Ocorreu um crescimento de cerca de 88,82% em relação aos dados censitários de 2010, quando éramos identificados como 896.917 mil originários. Isto demonstra a multiplicidade entre Povos e Pessoas Indígenas.

Quando pensamos em Comunidades Originárias é preciso levar em conta que estas são compostas por Povos e Pessoas. Conforme os dados do Censo de 2010, naquele ano: "existiam cerca de 305 Povos Indígenas, falando 274 línguas" (Angatu, 2021: 19).³

No atual contexto histórico, há Indígenas sem convívio com outros Povos. Repare que evito chamar esses Parentes de "isoladas". Isto ocorre porque depende de qual referen-

2. Utilizo a letra inicial maiúscula em certas palavras porque assim observo seus significados na forma como meus Parentes se referem a elas em seu cotidiano. Aliás, a palavra Parente é a maneira como um indígena se refere a outro por acreditarmos que fazemos parte de uma grande família.

3. Encontrei sobre o assunto informações divergentes em relação aos números atuais sobre a quantidade de Povos e Línguas Indígenas. Por isto não estou aqui utilizando os dados mais recentes.

cial se utiliza para dizer que Povos e/ou Pessoas estão “isoladas(os)”. Vale observar que o sentido desta palavra diz respeito às tentativas de contatos, visando as terras daqueles que são assinalados como “isolados”. Sentidos que expressam a ação autoritária de “levar uma suposta civilização” para pessoas que se encontram isoladas da mesma. Ou seja, penso que classificar um Povo como isolado é parte das antigas práticas coloniais de mais de 500 anos e da atuação capitalista de etnogenocidar Povos e Pessoas, espoliando suas terras e ecocidando a Natureza.

Ao mesmo tempo, existem Comunidades Originárias que possuem relações seculares com não indígenas. Interações constituídas de distintas formas, períodos e diversos territórios. Por exemplo, o Povo onde moro (Terra Indígena Tupinambá de Olivença – Ilhéus/BA) possui sua história marcada por mais de cinco séculos de imposições.

Assim como existem Povos com contatos mais recentes, também em diferentes períodos históricos, territoriais e formas. A diversidade de Povos continua, porque há aqueles que moram em aldeias nos arredores das cidades. Há Indígenas residindo em “espaços urbanizados” em diferentes situações. Pessoas Indígenas autodeclaradas individual e coletivamente. Indígenas em processos diversos de retomadas étnicas de suas indianidades.⁴ Além disso, existem as organizações representativas dos Povos Originários como: a Articulação dos Povos Indígenas (APIB) e as(os) Caciques e Lideranças de cada Povo. Por estas ponderações, realço mais uma vez que este texto não representa a totalidade do pensamento dos Povos e Pessoas Indígenas brasileiras. Aqui apresento compreensões, acima de tudo, como Indígena que sou e que possui formação acadêmica, conforme assinaei na primeira nota de rodapé. Nas leituras que faço sobre o mundo, coloco em primeiro plano os saberes ancestrais, vivenciados no convívio individual e coletivo com a Comunidade do Território onde moro, com os seres não humanos e com a Natureza.

4. O texto final do pós-doutorado que apresentei em 2022 junto ao PPG em Psicologia da UNESP/Assis/SP (ainda não publicado) foi dedicado a estes contextos de indianidade: *Tupyxua Moingobé Ñerana - Autodeclaração Indígena como Retomada de Indianidades e Territórios* (Angatu, 2022). Parte deste texto pode ser lido no artigo de mesmo nome publicado em 2021 pela *Revista Espaço Acadêmico* da Universidade Estadual de Maringá (Angatu, 2021). Sobre o assunto, leia ainda: *Autodeclaração Indígena*, publicado pela *Revista Parenteses* – uma publicação feita e escrita por Indígenas e pessoas Afro-Pindorâmicas (Angatu, 2025).

Indianidade que também é naturalmente contracolonial na luta dos Povos Originários por direitos, pelos Territórios Ancestrais e em defesa da Natureza da qual fazemos parte. **Isto não significa que não existam possibilidades de interlocuções entre os saberes originários e os conhecimentos produzidos por pessoas não indígenas e pelas instituições acadêmicas.** Diálogos que podem convergir e divergir respeitosamente sem epistemicídios como aconteceram historicamente.

Sabedoria Ancestral como chão e a ausência de sentido do conceito de antropoceno

Anciãs e Anciões Indígenas com as(os) quais convivo, incluindo aquelas(es) que já encantaram, dizem que nossas vidas, como Pessoas e Povos Originários, fazem parte da Natureza. Na tradição de muitos de nós, quando deixarmos nossas formas físicas humanas da mesma maneira, encantaremos, ancestralizaremos e continuaremos a existir de diferentes maneiras no lugar onde vivemos e sonhamos.

Os saberes originários que conhecemos brotam de nossas(os) Ancestrais que vivem na Natureza. Ouvimos nossa Ancestralidade através dos sons das matas, águas, bichos e mesmo no silêncio. Desses saberes fazemos cantigas, falas, rituais, rezas, pinturas, danças, olhares e gestos. Saberes que também povoam nossos sonhos.

São Iê'engaras (prosas cantadas) às vezes silenciosas e atemporais, porque somos o que foi e o que será. Uma das canções durante nossos rituais chamados de Porancy (ou Toré) aqui na Terra Indígena Tupinambá de Olivença (Ilhéus/Bahia) diz:

*Eu subi no alto do tempo
Só para ver a fundura do mar
Eu subi no alto do tempo
Só para ver a fundura do mar
Dança homem
Dança mulher
E as Encantadas na beira do mar*
(Canção Ritual cantada pelos Tupinambá de Olivença – Ilhéus/BA)

Cantamos sobre uma temporalidade marcada pela Natureza que também canta e conversa conosco: Ìacy (Lua), Kuaracy (Sol), Ka'aeté (Mata), Ybytu (Vento), Y (Águas), Amana (Chuva), Gûyrá (Pássaro) e todas/todos seres não humanos. Um outro tempo diferente do marcado pelos relógios, calendários e lógicas de trabalho coloniais e capitalistas.

Somos parte da Natureza, guardiã de nossas memórias e saberes. Conversamos através dela o tempo todo com nossas(os) Ancestrais. Aprendemos que os Povos Indígenas são árvores enraizadas na Terra, com seus troncos formando famílias em seus galhos. A Natureza assim é povoada por ancestralidades, seres humanos, não humanos, visíveis, invisíveis e encantarias. Nós, que vivemos hoje e os que existirão amanhã, somos/seremos galhos, folhas, frutos e sementes de cada uma dessas árvores. Brotamos/brotaremos e ofereceremos abrigos, alimentos e acolhimento a todos os seres.

Somos as(os) Guardiãs(ões) da Natureza por sermos partes dela, e é onde estão nossas memórias e ancestralidades vivas. A Natureza nos protege e nós a protegemos, porque somos um todo que forma a Terra ... O Universo, se assim desejar.

Por isso, também nosso direito ao Território é porque muitos de nós não sentimos ou pensamos a Terra como propriedade, mercadoria e/ou algo a ser explorado. Aliás, para vários Povos Indígenas de Pindoretama e Aby Yala a palavra Terra tem sentido de pertencimento por sermos seus filhos: Pachamama.⁵ A Natureza/Terra é nosso Território por ser o lugar do qual somos originários e pertencentes, sendo parte de tudo que lá existe.

O jurista João Mendes Junior, mesmo não sendo indígena, em 1912 escreveu que, as nossas terras não necessitam ser promulgadas e de nenhuma legitimação (Cunha, 1992, p. 141 e 142). Possuímos um direito ancestral, congênito e natural à Terra, porque com ela nos relacionamos e pertencemos. Um direito que precede ao direito de qualquer propriedade privada e mesmo do estado.

Eis aqui um pouco dos saberes que aprendi/aprendo com nossos Ancestrais, Anciãs, Anciões e a Natureza. Ensinaamentos que alguns chamam de universos epistêmicos, cosmologias e/ou espiritualidades. Por isto falo, canto e escrevo inspirados nos indíge-

5. Para vários Indígenas o Brasil era e ainda é chamado de Pindoretama, bem como a América era e continua sendo Abya Yala. Pachamama seria a Mãe Terra, entre outros significados.

nas de Chiapas no México, que muitos dos Povos Indígenas em nossas relações com a Natureza e formas de vivermos: já somos outro muito possível. Somos guardiães/guardiões de saberes ancestrais atemporais e do principal lugar onde moramos: a Natureza.

Possuímos formas de sermos seres de convívio coletivo e respeito às diferenças, recusando a exploração da Natureza e do homem pelo homem. Assim, na minha compreensão, para muitos de nós, algumas das descrições sobre o conceito de antropoceno (como veremos adiante) não fazem sentido. Porventura as formas como descrevem essa palavra sejam válidas, penso que se somam aos ideários que excluem os Povos Indígenas.

Resistindo e Re-existindo junto à Natureza: a tese do antropoceno pode ajudar a dissimular o Colonial Capitalismo

Alguns poderão pensar que estou idealizando os Povos Originários por ser um Indígena. Caso essa idealização exista, é porque muitos Povos e Pessoas Indígenas resistiram/resistem e re-existiram/re-existem há mais de quinhentos anos de violações e isto ainda é pouco ressaltado.

Diria mesmo que nesse país se ainda existe Natureza preservada isto decorre em grande parte da luta e existência dos Povos Originários.

Último levantamento do MapBiomias apresentou dados importantes sobre o papel das Terras Indígenas (TI) para a manutenção da vegetação nativa original em vários ecossistemas. Os dados comprovam que a conservação do bioma nas TI é quase total: apenas 1% de sua área de vegetação nativa foi perdida durante o período estudado, entre 1985 e 2023. [...] O dado é mais relevante ainda se comparado com as áreas privadas que, no mesmo período, perderam 28% da vegetação nativa. O Brasil possui 64,5% de seu território coberto por vegetação nativa em 1985 eram 76%. Os estados com maior proporção de vegetação nativa são Amapá (95%), Amazonas (95%) e Roraima (93%). Já os estados com menor proporção de vegetação nativa são Sergipe (20%), São Paulo (22%) e Alagoas (23%) (MPI, 23 ago. 2024).⁶

6. O MapBiomias é um levantamento feito pelo Observatório do Clima que “atua como uma rede multi-institucional para mapear a cobertura e o uso da terra do Brasil e monitora as mudanças do território com um trabalho conjunto de universidades, ONGs e empresas de tecnologia” (MPI, 23 ago. 2024).

Sempre bom lembrar que Pindoretama (para muitos: Brasil) foi invadida em 1500. Aos Povos que aqui viviam como partes da Natureza foi imposta a colonização, escravidão e esbulho de suas terras por meio de várias formas de genocídios, violência e etnogenocídios.

Entre as imposições, buscou-se a negação dos nossos Saberes Ancestrais e das espiritualidades existentes. Denomino o conjunto dessas imposições como colonialismo, que durou todo o período colonial iniciado pelas invasões europeias no século XVI.

Ao colonialismo se somou a implantação do capitalismo, oferecendo a continuidade das espoliações das Terras Indígenas, violações da Natureza, exploração do trabalho, combate às nossas formas de sermos, pensarmos e sentirmos o mundo. A colonialidade existente na atualidade é a continuidade das práticas e formas de pensar existentes no colonialismo, adicionada ao capitalismo. Assim, compreendo a colonialidade contemporânea como composta por várias permanências coloniais radicalizadas pela exploração capitalista. **Os donos do poder econômico e político no Brasil na constituição impositiva do capitalismo utilizaram/utilizam do colonialismo e da colonialidade - algo que denomino como colonial-capitalismo.**

Algumas das expressões do colonial capitalismo brasileiro aparecem na manutenção do: latifundiarismo, segregação de classe, exploração do trabalho, patriarcalismo, desenvolvimentismo, racismo, escravagismo, eurocentrismo, norte-americanismo, etnocentrismo, machismo, misoginia, homofobia, egocentrismo, conservadorismo, fundamentalismo cristão, punitivismo judiciário, entre outras dimensões.

Desde a imposição do sistema colonial (colonialismo), até a atualidade colonial capitalista, a previsão era (para muitos continua sendo) de desaparecimento dos Povos Originários, espoliação das Terras e exploração da Natureza.⁷ Esta conceituação é fundamental para assinalar mais uma vez porque discordo do conceito de antropoceno, como discutirei adiante.

7. Aprofundo esse tema em alguns dos meus textos que aparecem aqui citados na bibliografia.

Foram/são ações brutais que nos apresentavam/apresentam com palavras racistas ao nos descreverem como: tolos, infantis, selvagens, bárbaros, primitivos, indisciplinados, preguiçosos, improdutivos, desregrados, vândalos, rebeldes, descontrolados, desordenados, empecilhos ao desenvolvimento.

Afinal, ainda existem aqueles que, visando a exploração da Terra para fins lucrativos, perguntam: “para que índio quer tanta terra se não produz?”. Por isto, realço que muitos Povos e Pessoas Indígenas resistiram, e re-existiram, nesses mais de quinhentos anos iniciados pelas imposições coloniais, colonialidades e estruturação do capitalismo, marcados pelos constantes etnogenocídios dos Povos Originários.

Não vou negar que ocorreram incorporações e mudanças dos sentidos originários entre algumas pessoas Indígenas. Os grupos no comando do poder político e econômico não buscam dominar somente pela força física, tentam, e por vezes conseguem, cooptar algumas pessoas e comunidades. Procuram condicionar a percepção de todas(os) a aceitarem como “normais”: as diferentes formas de dominação, desigualdades socioeconômicas, exploração do trabalho, da Natureza, tempo, de viver na ordem existente, bem como o ideário de inferioridade racial e de gênero.

Para isso, invisibilizam, silenciam e/ou criminalizam os diferentes saberes, temporalidades, identidades, memórias e formas de viver divergentes. Mas, **como assinalamos até aqui, da mesma forma são constantes as diversas formas de resistências e re-existências que marcam a história dos Povos Indígenas.** São lutas contínuas em defesa de nossas formas de vivermos e da Natureza. Até porque muitos de nós Indígenas naturalmente carregamos em nossos corpos (t-eté) e almas (anga) o pertencimento à natureza, os diversos saberes ancestrais, formas de vivências e temporalidades diferenciadas das imposições coloniais capitalistas. Muitos Indígenas e Povos são naturalmente contracolônias e divergentes das imposições capitalistas.

São demonstrações neste sentido as várias tentativas ainda existentes de usurpar as Terras Originárias, negar a Demarcação Territorial e a violência que sofre parte da população Indígena em Pindoretama (“Brasil”) e Abya Yala (“América”). Ações que combatem as resistências e re-existências dos Povos Originários junto à Natureza.

Reveladoras desse quadro são as constantes aprovações pelo Congresso Nacional brasileiro de Leis autorizando a exploração de recursos minerais, garimpo, madeira e de todos os tipos de devastação da Natureza. Leis que não consideram se as áreas a serem devastadas estão em Terras Indígenas, Quilombolas e Reservas Ambientais.

Um bom exemplo ocorreu em 17 de julho de 2025, quando o Congresso Nacional aprovou o Projeto de Lei (PL) 2.159/2021 - apelidado de "PL da Devastação". De acordo com o Instituto Socioambiental (ISA) em sua Nota Técnica sobre esse Projeto de Lei:

[...] o texto representa uma ameaça direta à integridade de mais de 3 mil áreas protegidas, incluindo Terras Indígenas (TIs), Territórios Quilombolas (TQs) e Unidades de Conservação (UCs). [...] De acordo com o documento, o PL "apaga" da legislação, para efeitos de licenciamento, 259 Terras Indígenas — ou quase um terço de todas as TIs existentes — e mais de 1,5 mil territórios quilombolas (cerca de 80% dessas áreas) completamente vulneráveis à ação de empreendimentos que, até então, precisavam respeitar regras ambientais mínimas. "Esses territórios, para efeitos do licenciamento, simplesmente deixarão de existir", alerta a Nota Técnica — uma violação direta dos direitos constitucionais dos povos tradicionais (ISA, 07 jul. 2025).

Mas as demonstrações atuais que revelam as violências que sofrem os Povos Originários, demais Populações Tradicionais e a Natureza não começam e nem terminam com a aprovação da "PL da Devastação". A Lei 14.701/2023 (conhecida como a "Lei do Marco Temporal") é anterior a aprovação da PL 2.159/2021 e trata especificamente das Terras Indígenas.

Essa "Lei do Marco Temporal" já está em vigor desde 2024 e demonstra o poder de devastação ambiental e humano daqueles que formulam essa legislação. **Para quem ainda não sabe, a tese do Marco Temporal procura estabelecer que só "têm direito" às Terras Originárias os Indígenas que "já as ocupavam ou disputavam até 5 de outubro de 1988",** data da promulgação da Constituição de 1988. A Lei 14.701/2023 não considera que esse país todo era Terra Indígena. Desconsidera o processo histórico de espoliações e expulsões, bem como o silenciamento ao qual foram submetidos os Povos Originários através da violência, mesmo quando ficaram em seus territórios.

O Relatório: Violência Contra os Povos Indígenas no Brasil – dados de 2024 assinala os drásticos efeitos populacionais e ambientais da “Lei do Marco Temporal”. Conforme o *Relatório* feito pelo Conselho Indigenista Missionário (CIMI), o ano de 2024 foi o primeiro “sob a vigência da Lei 14.701/2023” sancionada pelo Congresso Nacional ao findar o mês de dezembro de 2023. Aliás, a manutenção dessa Lei já é em si uma “aberração jurídica”. Assinalo isto porque, em setembro do mesmo ano (2023), que foi sancionada pelo Congresso, o Supremo Tribunal Federal (STF) já tinha derrubado a tese do Marco Temporal por considerá-la inconstitucional.

Assim, ao findar de 2023, a expectativa era de que a Lei 14.701/2023 fosse rejeitada pelo Supremo Tribunal Federal. Porém, não foi o que aconteceu e o STF criou uma “Câmara de Conciliação”, fazendo permanecer essa devastadora Lei do Marco Temporal.

Como consequência:

A lei [14.701/2023] permaneceu em vigor durante todo o ano de 2024, fragilizando os direitos territoriais dos povos originários, gerando insegurança e fomentando conflitos e ataques contra comunidades indígenas em todas as regiões do país. [...] Como consequência, as demarcações avançaram em ritmo lento e terras indígenas, inclusive já regularizadas, registraram invasões e presença de grileiros, fazendeiros, caçadores, madeireiros e garimpeiros – entre outros invasores, que se sentiram incentivados pelo contexto de desconfiguração de direitos territoriais. Os números de assassinatos e de suicídios de indígenas mantiveram-se elevados, assim como os casos de desassistência e omissão a povos e comunidades (CIMI, 2025: p. 08).

Claramente, essa legislação assinalou a continuidade da violência contra os Povos Indígenas, Populações Tradicionais e a Natureza. Leis como essa são aprovadas para derrubar nossa luta pelos Territórios e Natureza. Neste enfrentamento, pagamos com nossa própria vida, como permite novamente perceber o *Relatório* do CIMI:

Se o ano de 2023 encerrou com ataques contra o povo Avá-Guarani no oeste do Paraná durante o Natal e a promulgação da lei que fragilizou os direitos constitucionais indígenas, o primeiro mês de 2024 foi marcado por um brutal evento, que deu a tônica do que seria o ano para os povos indígenas em luta pela demarcação

de suas terras. No dia 21 de janeiro, um grande grupo de fazendeiros armados atacou uma retomada dos povos Pataxó Hã-Hã-Hãe e Pataxó em Potiraguá, no sul da Bahia, com tiros e agressões. A liderança Maria Fátima Muniz de Andrade, conhecida como Nega Pataxó Hã-Hã-Hãe, foi assassinada com um disparo de arma de fogo, num ataque que deixou diversos indígenas feridos e outros três baleados. O povo Avá-Guarani do Paraná seguiu sendo vítima constante de ataques em 2024, assim como os Guarani e Kaiowá em Mato Grosso do Sul, especialmente entre julho e setembro. Comunidades indígenas buscaram garantir, por meio de ocupações e retomadas, um mínimo espaço vital de subsistência em seus próprios territórios, em meio ao cenário de desesperança em relação ao avanço das demarcações. Em retaliação, sofreram violentos ataques em série de fazendeiros e jagunços, com a conivência – e, em muitos casos, a participação direta – de forças policiais (CIMI, 2025: p. 08).

Insisto que a legislação antindígena, contra a Natureza e as diferentes formas de violência que sofremos demonstram também como muitos Povos Originários ainda resistem e re-existem. Por isto, somos atacados, temos nossas vidas ceifadas e terras destruídas.

Como veremos na sequência, muito dos conceitos que tratam do antropoceno podem ajudar de certa forma a dissimular esse histórico quadro de lutas contra o colonial capitalismo.

Será que o conceito de antropoceno inclui os Povos Indígenas?

Acredito que os Povos Indígenas, assim como outras populações e pessoas, não fazem parte do grupo daqueles que destroem a Terra. Por isto, a palavra Antropoceno não faz sentido para muitos Indígenas quando é apresentada como sendo os:

[...] impactos ainda em desenvolvimento, das atividades humanas no solo, na atmosfera em todas as escalas, incluindo globais, parece-nos mais do que apropriado enfatizar o papel central da humanidade na geologia e ecologia ao propor o uso do termo “antropoceno” para a época geológica corrente. Os impactos das atuais atividades humanas continuarão por longos períodos (Crutzen e Stoermer, 2020: 114).

Ao ler essa argumentação de Paul Crutzen e Eugene Stoermer, considerados os formuladores iniciais do conceito de Antropoceno (2000), questiono os sentidos das palavras:

“atividades humanas” e “papel central da humanidade na geologia e ecologia”⁸. Será que esses termos não são genéricos? Isto é, qual a definição que utilizam de atividades humanas e humanidade?

Faço estes questionamentos porque existe uma diversidade de Povos, Comunidades e Pessoas com suas também variadas relações socioculturais, econômicas, políticas, espirituais, contextos históricos e relações com a Natureza. Penso que nem todas as Pessoas e Povos e Pessoas vivem destruindo a Natureza e a Terra.

Como ponderei durante este texto, não incluiria a maioria dos Povos e Pessoa Indígenas, bem como suas atividades, entre aquelas(es) que destroem o meio ambiente. Até porque lutamos e sofremos violência na defesa da Terra e de formas de nos relacionarmos com a Natureza sem sua exploração. **Ou será que muitos Povos, Pessoas e Comunidades, como nós Indígenas, não fazemos parte do conceito de humanidade? Será que nossas ações não são atividades humanas?** Dependendo das respostas a essas indagações, é possível estabelecer relações com as ainda existentes concepções coloniais, racistas, evolucionistas e antropocêntricas. Visões assinalando que muitos Povos e Pessoas estão em “estágios pré-civilizatórios, pré-humanos, pré-históricos”, dificultando o “desenvolvimento” e a “evolução da humanidade”.

Caso nos incluam como também culpados pela destruição ambiental, parece que desejam introjetar em nossas subjetividades uma rede de culpas, dissimulando aqueles que atuam de forma decisiva na crise ambiental na qual vivemos. Uma argumentação que camufla as razões estruturais da destruição ambiental, relacionadas ao processo de colonização, imposições imperiais, enriquecimento e de construção do capitalismo.

Ações que se serviram, e ainda se servem, do racismo, etnogenocídios, violências, invasões, espoliações, desigualdades sociais e do ecocídio – devastação da Natureza. Na minha compreensão, procura-se disfarçar as razões profundas (estruturais) da destruição

8. Diferentes autores, como Jason W. Moore (23 dez 2022), Raúl García Barrios e Nancy Merary Jiménez Martínez assinalaram que Paul Crutzen e Eugene Stoermer são os criadores iniciais do conceito de Antropoceno por empregarem o termo “pela primeira vez para descrever as rápidas mudanças que a Terra experimentava devido à presença humana” (Barrios e Martínez, 2024). Isto ocorreu com a publicação em 2000 do estudo: *The Anthropocene* (Crutzen e Stoermer, 2000 e 2020).

ambiental ao assinalarem que a responsabilidade pelos “eventos naturais extremos” é do “ser humano” como uma categoria genérica universal.

Uma lógica onde se privatiza os lucros da devastação e divide a culpa pela destruição ambiental. Vale salientar que não estou excluindo a responsabilidade de cada pessoa e/ou grupo sociocultural. Mas, destacando dimensões estruturais e de maior envergadura na histórica devastação da Natureza e de etnogenocídios humanos.

Processo histórico que para muitos de nós Indígenas começou com as invasões europeias e continuou com o capitalismo. Ou seja: estou vinculando a crise ambiental às violências que sofrem historicamente diferentes Povos e Pessoas que possuem formas de viver diferentes da do capitalismo.

Existem até aqueles que atribuírem a crise ambiental à “vingança da Natureza”. Aqui valem algumas ponderações advindas da tradição indígena na qual fui criado. A Natureza não se vinga, e sim alerta dos erros que estamos cometendo. Por isto, em nossas espiritualidades (cosmologias ou epistemologias) existem seres encantados que nos alertam quando estamos retirando da Natureza mais do que precisamos.

Desta maneira, concordo com as críticas feitas por Jason W. Moore, entre outros(as) autores(as) num artigo apresentando o livro do qual é organizador: *Antropoceno ou Capitaloceno?*

Não há dúvidas de que o capitalismo impõe um padrão incansável de violência sobre a natureza, inclusive sobre os humanos. Mas o capitalismo funciona porque a violência é parte de um repertório maior de estratégias que “colocam a natureza para trabalhar” [...] O argumento do Antropoceno faz uma pergunta a que ele não pode responder. O Antropoceno faz soar o alarme — e que alarme! Mas é incapaz de explicar como essas mudanças alarmantes ocorreram. Questões acerca do capitalismo, de poder e classe, antropocentrismo, enquadramentos dualistas de “natureza” e “sociedade” e o papel dos Estados e impérios — tudo isso costuma ser limitado pela perspectiva dominante do Antropoceno (Moore, 23 dez. 2022).

Realço que cada dia mais a devastação em nome do “desenvolvimento da humanidade” é um disfarce para a ampliação do capital. Essa destruição sistemática devora a Natureza

e Pessoas. Uma fome insaciável que possui vários nomes de instituições, organizações, corporações, empresas, pessoas e estados.

Devastação dissimulada com o nome da civilização e de seu desenvolvimento. Às vezes também disfarçada através da nomenclatura de “desenvolvimento sustentável”, “empreendedorismos” e “ecologismo/ambientalismo de resultado”.

Lembrando do que escreveu Jack D. Forbes (1988), historiador norte-americano de origens indígenas, **os que devoram a Natureza são pessoas que possuem uma doença chamada de wetiko**. Essa patologia é causadora da degradação ambiental por devorem de forma insaciável tudo que aparenta ser lucrativo.

Segundo Forbes e outros indígenas norte-americanos, seus ancestrais pensavam que os invasores europeus, entre tantas doenças, estavam doentes desse wetiko (Forbes, 1998), que seria:

[...] “o consumo da vida de outra pessoa em benefício próprio” [...] ocorre de forma maciça pela maneira como “nosso” sistema econômico é exercido. Bilhões de pessoas vivem entregando seus dias, toda sua força vital perseguindo uma ilusão, uma fantasia alheia, e durante o processo entregando sua riqueza a uns poucos. Podemos ver um canibalismo na vontade de poder, de conquistar o mundo e explorar a natureza; no sobreconsumo e na extração de todos os recursos com o objetivo de obter mais ganhos pessoais (uma espécie de vampirismo também da força vital do planeta). Tudo isso é feito em nome da civilização, um argumento coletivo que é a mais completa hipocrisia (Outras Palavras, 21 jan. 2020).

Forbes acentuou que o wetiko dos invasores europeus se fortaleceu na atualidade, tendo como base a forma brutal de um “canibalismo” consumista, egofrênico e desenvolvimentista.

Acredito que, neste sentido, **os Povos Indígenas têm muito a ensinar porque resistimos e re-existimos há mais de cinco séculos de invasões, genocídios, etnocídios e ecocídios**. Até porque, apesar de sermos as/os Guardiãs/Guardiões da Natureza, também somos afetados pelos efeitos da crise climática, como bem assinala o *Relatório – Violência Contra os Povos Indígenas no Brasil – Dados de 2024* feito pelo CIMI.

Ao quadro de violência aqui já assinalado soma-se:

[...] a crise climática, com alagamentos e inundações sem precedentes no Rio Grande do Sul e secas com queimadas de grandes proporções nos biomas Pantanal, Cerrado e Amazônia. Os povos indígenas estiveram entre os mais afetados por estes eventos trágicos. No sul do país, as enchentes agravaram a situação de comunidades que já vivem em situação de vulnerabilidade e desterritorialização, em acampamentos e beiras de rodovias. Nas regiões Norte e Centro-Oeste, a falta de efetivo e estrutura do Estado para a fiscalização e proteção de terras indígenas dificultou o combate às chamas que consumiram diversos territórios. (Cimi, 2025: p. 08).

Assim, sem nos abatermos pelo sofrimento, denunciemos os massacres dos Povos Originários e a destruição da Natureza. Nossas/nossos Ancestrais nos ensinaram/ensinam que possuímos memória, mas não rancor. Realçamos que não fomos e nem seremos exterminados.

Entre os ensinamentos que aprendi, penso que precisamos quebrar a dualidade entre Natureza (formada por um universo de seres não só humanos e à qual muitos de nós Indígenas pertencemos) e a sociedade. Ou seja, superação da Natureza de um lado como “algo” a ser explorado e do outro a sociedade como organizadora da exploração.

Neste sentido, ao invés de desenvolvimentismo a qualquer custo, o parâmetro teria que ser pertencimento/relacionamento, como fazemos muitos de nós naturalmente. Continuaremos resistindo e re-existindo em nossas lutas e vivências.

Como cantamos numa de nossas canções rituais aqui no Território Tupinambá de Olivença:

Sou indígena guerreira/guerreiro

E venho para mata cantar

Quando chego neste pé de serra

Vejo as araras voarem

Olha o canto dessas araras

É um canto de muito beleza

Não podemos destruir

As coisas da nossa Natureza

(Canção Ritual cantada pelos Tupinambá de Olivença – Ilhéus/BA)

Referências

ANGATU, Casé (Carlos José F. Santos). Autodeclaração Indígena. **Revista Parênteses**, São Paulo, Programa VAI - Valorização de Iniciativas Culturais do Município de São Paulo – PMSF, 2025.

ANGATU, Casé (Carlos José F. Santos). **Tupixuara Moingobé Ñerana - Autodeclaração Indígena como Retomada de Indianidades e Territórios**. 2022. Texto Final de Pós-Doutorado (Programa de Pós-Graduação em Psicologia) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Assis, 2022.

ANGATU, Casé (Carlos José F. Santos). Tupixuara Moingobé Ñerana: Autodeclaração Indígena como Retomada da Indianidade e Territórios. **Revista Espaço Acadêmico**, Maringá, UEM, v. 21, n. 231, p. 13-24, nov. / dez. 2021. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/EspacoAcademico/article/view/60509/751375152906?fbclid=IwAR1RDNYIDffpT3IP5-Zt5Qg5Uq0QcGN3e4Btu3YpAs5CNskUC7HnIAHOAZc>. Acesso em: 16 out. 2025.

BARRIOS, Raúl García; MARTÍNEZ, Nancy Merary J. **Antropoceno ou Capitaloceno?** Instituto Humanitas Unisinos – IHU, São Leopoldo/RS, 15 out. 2024. Disponível em: <https://ihu.unisinos.br/categorias/601014-antropoceno-ou-capitaloceno>. Acesso em: 16 out. 2025.

CIMI. Conselho Indigenista Missionário. **Relatório – Violência Contra os Povos Indígenas no Brasil – Dados de 2024**. Brasília: Conselho Indigenista Missionário, 2025.

CRUTZEN, Paul J.; STOERMER, Eugene F. O Antropoceno. Tradução: João Ribeiro Mendes. Anthropocena: **Revista de Estudos do Antropoceno e Ecocrítica**, Braga, Universidade do Minho, n. 1, p. 113-116, 2020.

CRUTZEN, Paul J.; STOERMER, Eugene F. The Anthropocene. **Global Change Newsletter**, n. 41, p. 17-18, 2000.

CUNHA, Manuela Carneiro da. **Índios no Brasil: história, direitos e cidadania**. São Paulo: Claro Enigma, 1992.

FORBES, Jack D. **Colombo e outros canibais**. Tradução de Kerstin Thomas e Júlio Henriques. Lisboa: Editora Antígona, 1998.

IBGE. Agência de Notícias do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Brasil tem 1,7 milhão de indígenas e mais da metade deles vive na Amazônia Legal**. Brasília, 2022. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/37565-brasil-tem-1-7-milhao-de-indigenas-e-mais-da-metade-deles-vive-na-amazonia-legal>. Acesso em: 16 out. 2025.

ISA. Instituto Socioambiental. **Brasil pode perder o equivalente ao território do Paraná em florestas com nova Lei do Licenciamento**. Instituto Socioambiental, [S. l.], [2025?]. Disponível em: <https://www.socioambiental.org/noticias-socioambientais/brasil-pode-perder-o-equivalente-ao-territorio-do-parana-em-florestas-com>. Acesso em: 07 jul. 2025.

MOORE, Jason W. **Antropoceno ou Capitaloceno?** São Paulo: Editora Elefante, 2022.

MOORE, Jason W. **Antropoceno ou Capitaloceno?** Outras Palavras, [S. l.], [2022]. Disponível em: <https://outraspalavras.net/crise-civilizatoria/o-antropoceno-ou-capitaloceno/>. Acesso em: 23 dez. 2022.

MPI. Ministério dos Povos Indígenas. **Terras Indígenas são as áreas mais preservadas do Brasil**. Brasília: MPI, 23 ago. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/povosindigenas/pt-br/assuntos/noticias/2024/08/terras-indigenas-sao-as-areas-mais-preservadas-do-brasil>. Acesso em: 23 ago. 2024.

NOBRE, Ana Luiza de Souza; SPERLING, David. **Atlas do chão: constelação independente**. Rio de Janeiro: Rio Books, 2023.

OUTRAS PALAVRAS. **Wetiko, a grande doença psíquica do Ocidente?** Outras Palavras, [S. l.], 2017. Disponível em: <https://outraspalavras.net/sem-categoria/wetiko-a-doenca-psiquica-do-ocidente/>. Acesso em: 21 jan. 2020.



DE QUE FALAMOS_____
QUANDO FALAMOS_____
DE ANTROPOCENO_____

A seção aborda interpretações e debates em torno do conceito de Antropoceno, que tem se tornado central nas discussões sobre a influência humana no planeta. Os autores discutem as origens e as implicações desse termo, explorando como diferentes disciplinas – desde a geologia até as ciências sociais – questionam ou utilizam o conceito para analisar as mudanças ambientais e suas consequências. Os textos buscam clarificar algumas nuances do que vem sendo denominado como Antropoceno, bem como refletir criticamente sobre o papel da humanidade na configuração do futuro da Terra. _____



José Eli da Veiga
(USP)

Professor Sênior da Universidade de São Paulo em seu Instituto de Estudos Avançados (IEA-USP). Sua formação acadêmica ocorreu na França, de 1969 a 1979, com graduação em agronomia pela Escola Superior de Engenheiros e Técnicos para a Agricultura, mestrado em economia agrícola pela Universidade Paris-Sorbonne e doutorado pela Universidade Paris 1 Panthéon-Sorbonne. Por trinta anos (1983-2012) foi docente do Departamento de Economia da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade (FEA-USP), onde obteve o título de professor titular em 1996. Tem 29 livros publicados, entre os quais: *O Antropoceno e a Ciência do Sistema Terra* (2019); *Amor à Ciência* (2017); *Para Entender o Desenvolvimento Sustentável* (2015) e *A Desgovernança Mundial da Sustentabilidade* (2013). É colunista do jornal Valor Econômico, da revista Página22 e da Rádio USP.

Cientista política (mestrado e doutorado pela USP, pós-doutorado pelo IESP). Docente da UFSCar na graduação em Ciências Sociais e no Programa de Pós-Graduação em Ciência Política (PPGPol). Líder do grupo Ideias e Intelectuais para o desenvolvimento e a democracia (CNPq). É membro e conselheira do Centro Internacional Celso Furtado de Políticas para o Desenvolvimento (CICEF), coordenadora do Grupo de Teoria e Pensamento Político do Centro de Estudos de Cultura Contemporânea (CEDEC), e coordenadora do Projeto Democracia, direitos e desenvolvimento (CNPq) e pesquisadora da Internacional Network for Analysis of Corporatism and Organized Interests (NETCOR). Foi diretora do CICEF, da Associação Brasileira de Ciência Política (ABCP), coordenadora da Área Temática de Pensamento Político Brasileiro da ANPOCS, ABCP e do Fórum Universitário do Mercosul (FoMERCOS).

Vera Alves Cepêda
(UFSCar)



DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL_____

José Eli da Veiga

Universidade de São Paulo (USP)

Instituto de Estudos Avançados

Em poucas décadas, a ideia de sustentabilidade passou de mero alvo de zombarias a um trunfo a ser ostentado. Ela se tornou uma espécie de “prova dos nove” de sua legitimação. Por parecer definitiva, essa noção pode incitar o equívoco de se pensar que hoje esteja isenta de contestações. Ao contrário, várias delas podem ser apontadas.

Por exemplo, há quem veja no processo de legitimação do substantivo “sustentabilidade” a perversão de um conceito, ou mesmo um desvio e ocultamento por aqueles que insistem em desconhecer as leis de limite da natureza.

Para outros, só existem duas possíveis concepções do mundo. A otimista, que se comprovou correta, afirma que os humanos são solucionadores de problemas. Já a pessimista, ao contrário, afirma que essa capacidade de resolver um problema criando outro é, na verdade, uma doença para a qual a sustentabilidade seria a cura. Estes também supõem que o verbo “sustentar” só tenha dois significados, quase opostos: garantir o que se necessita e evitar ou impedir que as coisas mudem.

Mais pertinentes parecem as contestações que se inclinam a contrapor a noção de sustentabilidade ao conceito científico de **resiliência**.

Para os ecólogos, **resiliência** é a “capacidade de um sistema absorver perturbação e reorganizar-se, mantendo essencialmente a mesma função, estrutura e *feedbacks*, de modo a conservar a identidade”. Ao menos é essa a definição adotada pela *Resilience Alliance*, rede global que congrega cientistas e estudiosos para os quais a resiliência dos sistemas socioecológicos deve ser considerada base para a sustentabilidade. Alguns de seus membros também acham razoável a definição mais sucinta e menos formal de “capacidade de lidar com choques para manter funcionamento sem grandes alterações”.

O discurso dos psicólogos certamente pode parecer mais nítido, pois eles têm como referência comum um sistema razoavelmente bem definido: o ser humano. Entre os

ecólogos, se já não é fácil delimitar um ecossistema, o que dizer, então, dos sistemas “socioecológicos”, objeto central das pesquisas dos membros da *Resilience Alliance*?

Mais importante, contudo, é notar que, conforme a utilidade desta ideia-chave se firmou, ela também virou **coqueluche** em inúmeras outras disciplinas, áreas do conhecimento, literatura, jornalismo, etc. Por isso, ecólogos costumam advertir sobre certas discrepâncias que tendem a surgir entre o conceito científico e as versões que se foram insinuando nas práticas das empresas, do terceiro setor, dos governos e das organizações internacionais.

Antes de tudo, resiliência não é algo que possa ser sempre positivo. Ditaduras ou paisagens salinas, por exemplo, são sistemas cuja resiliência precisa ser combatida. O mesmo se aplica aos casos das redes de traficantes ou dos vulcões, cujas lavas acabam com qualquer tipo de vida nas redondezas e cujas repercussões atmosféricas podem causar desastres até em outros continentes. São quatro exemplos em que mudanças positivas resultariam da redução de resiliência, e não do contrário.

Também é muito frequente e perigoso o engano de se imaginar que resiliência seja equivalente a não mudar, confundindo-a com estabilidade. Ao contrário, tentativas de impedir que os distúrbios ocorram, para que o sistema fique constante, acabam por reduzir sua resiliência.

Assim, chega-se a perguntar qual das duas — resiliência ou sustentabilidade — seria “o melhor conceito”. Ora, este é um tique bem recorrente entre os que não percebem que sustentabilidade não é um conceito, mas sim um valor. Ignorar essa crucial diferença entre valores e conceitos, no entanto, nem chega a ser o principal deslize dos que pensam dessa forma. Bem pior é o erro de avaliação histórica, pois, nos 36 anos que se passaram desde que o projeto de um desenvolvimento sustentável começou a inspirar a estratégia mundial de conservação, ou mesmo um novo ideário político, a sustentabilidade não cessou de ganhar força social, como confirmou o lançamento da Agenda 2030 e seus 17 ODS.

Já a resiliência é, sim, um conceito científico. E ele tem sido visto como “um dos principais vetores da sustentabilidade”, isto é, um dos meios de se procurar atingir tal fim. De

resto, todas as abordagens da resiliência voltam-se sistematicamente para as reações a “choques”, enquanto a sustentabilidade é algo muito mais abrangente, pois, além deles, também envolve fenômenos erosivos ou cumulativos, como são os casos da perda de biodiversidade ou da overdose de gases de efeito estufa na atmosfera. Ambos aumentam a frequência de eventos extremos, mas a sustentabilidade não se limita a reações a choques deles decorrentes.

Por isto tudo, não há a mínima chance de que a noção de sustentabilidade venha a ser preterida em favor do conceito de resiliência. E tal inviabilidade não se deve a um suposto apelo intuitivo e emocional da ideia de sustentabilidade que impediria sua superação por um conceito mais “técnico”, ou mais “preciso”, como é o de resiliência. O fato é que, **comparada à sustentabilidade, resiliência é uma noção relativamente restrita, cujo alcance lógico e cognitivo é bem menos abrangente.**

Desenvolvimento

Ao longo de três quartos de século, desde a Carta das Nações Unidas de 1945, o processo de legitimação deste ideal que é o desenvolvimento foi abrangente, amplo, extensivo, geral e vasto.

Os momentos mais significativos foram, sem dúvida, a “Declaração sobre o direito ao desenvolvimento”, adotada pela Assembleia Geral das Nações Unidas em 4 de dezembro de 1986 (Resolução 41/128), e, ainda mais, poucos anos depois, a “Declaração de Viena sobre os Direitos Humanos”, em 25 de junho de 1993. Nesta, foi definitivamente legitimada a noção de indivisibilidade dos direitos humanos, cujos preceitos devem se aplicar tanto aos direitos civis e políticos, quanto aos direitos econômicos, sociais, culturais e ambientais, com ênfase no direito ao desenvolvimento e nos direitos à paz e à solidariedade.

Pelo lado oposto, foi igualmente significativo o fato de que, em 2014, tenha sido encerrada a publicação da revista *Entropia*, último porta-voz da corrente intelectual contrária ao ideal do desenvolvimento, que, no início dos anos 1990, adotara a bandeira “pós-desenvolvimento” e mais tarde se converteu ao “estudo teórico e político do decrescimento”.

Os argumentos dessa iniciativa dependiam inteiramente da identificação do desenvolvimento com o crescimento econômico, um viés cognitivo que, de fato, permaneceu relevante até por volta de 1990. Mas que foi radicalmente condenado à extinção desde que o Pnud (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento) passou a difundir a concepção do desenvolvimento como um processo histórico de expansão das capacidades, direitos e liberdades humanos, em uma virada promovida por Mahbub ul Haq (1934-1988), sob a decisiva influência de Amartya K. Sen. Não chega a ser um exagero afirmar, portanto, que — desde então — tornou-se obsoleta qualquer rejeição ao ideal de desenvolvimento, o que deveria ter impedido que continuasse a ser visto como uma noção controversa. Todavia, há diversas razões para se considerar que a ideia de desenvolvimento permaneça objeto de controvérsia. Não apenas porque o uso desta noção continua a ser ferrenhamente combatido por muitos dos ativistas da “educação ambiental”, mas também porque, de forma mais implícita ou indireta, conflita com a tese do “decrescimento”.

Afinal, uma das dimensões essenciais do ideal do desenvolvimento continua a ser justamente o crescimento econômico. Não foi outro o problema que fez emergir o debate sobre a “prosperidade sem crescimento”, evitando o termo “desenvolvimento”. De resto, o propósito da “Economia Ecológica” sempre foi o de relativizar o papel desempenhado pelo crescimento econômico naquilo que tanto pode ser chamado de desenvolvimento, como de prosperidade ou de progresso.

Com certeza, um dia será necessário “decrecer crescendo” ou, “simultaneamente, crescer e decrecer”. Isto é, será necessário fazer crescer os serviços, as energias renováveis, os transportes públicos, a economia plural (que inclui a economia social e a solidária), as obras de humanização das megalópoles, as agriculturas e pecuárias alternativas.

Ao mesmo tempo, será imprescindível fazer decrecer as intoxicações consumistas, a alimentação industrializada, a produção de coisas descartáveis e/ou que não podem ser consertadas, a dominação dos intermediários (principalmente cadeias de supermercados) sobre a produção e o consumo, o uso de automóveis particulares e o transporte rodoviário de mercadorias (em favor do ferroviário). Algo muito parecido ao que alguns expoentes da social-democracia europeia andaram chamando de “crescimento seletivo”.

Mas também será inevitável decrescer crescendo porque são pouquíssimas as economias nacionais que já poderiam optar por uma prosperidade sem crescimento. A imensa maioria delas precisaria desesperadamente crescer, enquanto outras — chamadas de “emergentes” — deveriam enfrentar o desafio de melhorar a qualidade de seus estilos de crescimento.

Por outro lado, a opção pelo termo “prosperidade” também permitiu que a controvérsia se distanciasse de outra, ainda mais ampla, que costuma estar subjacente a quase todas as críticas e contestações ao desenvolvimento: aquela que fez com que a ideia de progresso perdesse muita força desde o início dos anos 1970.

Não faltaram coveiros para sepultá-la como um simples mito (no máximo uma desprezível ideologia), postulando que em seu lugar só teria restado alguma esperança de se evitar a regressão. No entanto, tudo indica que uma séria revisão do debate, desde suas origens no Iluminismo, permita que também a ideia de progresso seja reconstruída.

Desenvolvimento tem a ver — primeiro e acima de tudo — com a possibilidade de as pessoas viverem o tipo de vida que escolherem, com a provisão dos instrumentos e das oportunidades para fazerem suas escolhas. Por isso, precisa ser definido pela ênfase nos fins, não no meio que mais tem contribuído para alcançá-los: o crescimento econômico dos quase doze milênios, ou a generalização do crescimento intensivo, iniciada há menos de dois séculos.

Também não faria nenhum sentido imaginar que o desenvolvimento pudesse ser definido apenas como crescimento econômico distributivo, mesmo que a distribuição vá bem além da renda e inclua a expansão de algumas oportunidades essenciais, como os acessos à educação e à saúde. Sobretudo porque tal fórmula não deixaria de manter a confusão entre meios e fins. Não é por outra razão **que o desenvolvimento continua a ser a mais política das questões socioeconômicas.**

Enfim, uma maneira de dizer concisamente o que é desenvolvimento vem sendo incansavelmente repetida desde 1990, nos relatórios anuais elaborados pelo Pnud. O desenvolvimento está diretamente relacionado com a possibilidade de as pessoas viverem

o tipo de vida que escolheram, com a provisão dos instrumentos e das oportunidades para que façam tais escolhas.

Dos ODM aos ODS

É redondamente errônea a repetidíssima afirmação de que os oito ODM tenham sido parte integrante da *Declaração do Milênio*. Pior: eles jamais chegaram a passar pelo escrutínio da instância que teria a atribuição e competência para aprová-los: a Assembleia Geral das Nações Unidas (UNGA, no acrônimo em inglês). Ao contrário, foram apenas, no ano seguinte, como um curto anexo às sessenta páginas da Declaração, na esteira de um grande encontro do Banco Mundial em Washington D.C. entre 19 e 21 de março de 2001. Conclave durante o qual foram bem acirrados os debates sobre o que até ali vinha sendo chamado de “IDGs” (*International Development Goals*) pelos serviços de assistência/ajuda das organizações internacionais (especialmente o da OCDE).

Mais: o conjunto dos ODM só foi mesmo confirmado — e informalmente — no contexto do chamado “Consenso de Monterrey”, de março de 2002. Ou seja, a ONU demorou bastante para assumir a abordagem dita “SMART”, que desde meados dos anos 1990 fora importada da iniciativa privada pelo organismo da OCDE dedicado à ajuda oficial aos países pobres (o DAC: *Development Assistance Committee*). Nesta visão, metas (*targets*) deveriam ser “*Stretching, Measurable, Agreed, Recorded and Time-limited*”.

Pior: quase foram esquecidas referências a ambiente e sustentabilidade, que depois acabaram por entrar no sétimo ODM. Mais de dez anos depois de Monterrey, Lord Mark Malloch-Brown — o administrador do Pnud que coordenou tal operação nos subsolos da ONU — revelou, ao *The Guardian* (16/11/2012), que já tinha despachado o documento final quando se deu conta de tal esquecimento ao cruzar com o titular do Pnuma (hoje ONU Meio Ambiente).

Muito mais do que simplesmente fazer jus à pré-história dos ODM, tais fatos são dos mais relevantes para a compreensão da emergência de tão inédita e múltipla ‘norma’ de governança mundial do desenvolvimento. É tripla a própria natureza do complexo ONU. A chamada “Primeira ONU” é a própria arena construída pelos Estados-membros (hoje

193, mais dois observadores) para a compatibilização de seus interesses com as mais amplas injunções da cooperação multilateral. A “Segunda” é formada pela gigantesca organização burocrática, com o comando de um Secretário-Geral sobre um imenso corpo de funcionários espalhados no apoio à Assembleia Geral, a diversos Conselhos e a muitas agências. A “Terceira” é a rede formada por ONGs, *experts*, executivos de corporações, representantes da mídia e acadêmicos que atuam nos corredores e arredores das outras duas.

No parto dos ODM, foi imensa a preponderância da “Segunda ONU”. Em forte contraste com a influência absolutamente crítica (e inédita) que a “Terceira” teve na concepção e legitimação dos ODS pela UNGA. Mas esta é uma questão cujo significado só pode ser avaliado à luz de fatos ocorridos entre 2002 e 2015.

Os ODM não foram facilmente assumidos pelo conjunto da “Primeira ONU”, ou, mesmo, por diversas das agências especializadas da “Segunda”. Um claro indício está no longo documento final da Cúpula Mundial de 2005, aprovado pela Assembleia Geral em 16 de setembro. Prevaleceu a exigência de que os objetivos de desenvolvimento fossem primeiro enfatizados de forma bem ampla, geral e irrestrita, para, tão somente, na sequência, surgirem menções aos ODM como um conjunto mais específico e secundário. O que não deixou de ser um forte incentivo para que fossem menosprezados por agências não diretamente envolvidas com a terceira missão, o desenvolvimento. Sempre houve um ferrenho combate das nações islâmicas, com a preciosa ajuda do Vaticano e de outros segmentos cristãos conservadores, à inclusão — em quaisquer que fossem os objetivos de desenvolvimento — do direito à saúde reprodutiva, ao planejamento familiar e ao empoderamento das mulheres.

Além de contrastarem em propósito e concepção, as duas baterias de objetivos de desenvolvimento, voltadas para 2015 e 2030, também foram frutos de processos políticos de elaboração radicalmente diferentes. Como já foi destacado acima, os ODM resultaram essencialmente das discussões, dos anos 1990, sobre a agenda da famosa ajuda/assistência que o Norte se comprometeu a dar ao Sul, desde 1948. Neste sentido, parecem ter sido extremamente benéficos, já que o total da Assistência Oficial ao Desenvol-

vimento (ODA, na sigla em inglês) foi multiplicado por 18 entre 2000 e 2014 (de US\$ 7 bilhões para US\$ 124 bilhões).

Nada a ver, contudo, com os ODS, que ambicionam a sustentabilidade do desenvolvimento tanto no Sul quanto no Norte. E que foram fortemente influenciados pelos inéditos procedimentos adotados pelo ‘*Open Working Group*’ (OWG), da Assembleia Geral (UNGA). Um ‘grupo aberto’ que resultou de um breve dispositivo do esquizofrênico documento final da Rio+20: *O Futuro Que Queremos*. E com iniciativas que acabaram por ofuscar completamente os esforços do ‘*High-Level Task Force of Eminent Persons*’, anteriormente criado por Ban Ki-moon para propor a então chamada ‘Agenda Pós-2015’. Nos ODM (2002), tanto quanto na *Declaração do Milênio* (2000), havia largamente prevalecido a concepção de que o desenvolvimento é equivalente à erradicação (ou minimização) da extrema pobreza. Algo superado, mais de dez anos antes, tanto pela proposta de ‘desenvolvimento humano’ do Pnud, quanto pela de ‘desenvolvimento sustentável’ do Relatório Brundtland (1987), consagrada pela Agenda 21 (1992).

Infensos, ou mesmo hostis, às discussões provocadas pela ideia de “desenvolvimento como liberdade” e à “abordagem das capacitações” — que também há muito haviam sido avançadas por Amartya Sen —, os engenheiros dos ODM optaram por um viés reducionista que — sintomaticamente — chegou a ser apelidado por altos funcionários da ONU de “*Minimum Development Goals*”. Desnecessário acrescentar que os ODS vão em direção diametralmente oposta, já que incluem metas de difícil cumprimento até pelos mais avançados países escandinavos.

Os ODM foram concebidos por técnicos de grandes organizações internacionais, como OCDE e BIRD, em seguida assimilados por funcionários da “Segunda ONU”, esses depois aceitos, com forte relutância inicial, pelos países membros. Praticamente não contaram com consultas prévias às organizações que compõem a “Terceira ONU”. Já os ODS foram construídos em uma formidável parceria, dentro da Assembleia Geral, entre representantes das trinta nações mais proativas e uma miríade de organizações da sociedade civil. Aliás, até ali a UNGA nem tinha regras para o credenciamento de ativistas ou militantes da “Terceira ONU”.

Isso tudo não significa que os ODS — apesar de 17 — cubram todos os mais importantes vetores do desenvolvimento sustentável. As difíceis negociações sobre o Objetivo 16 — “Promover sociedades pacíficas e inclusivas, acesso à justiça e instituições eficazes” — resultaram em referências farisaicas a certos aspectos críticos, como: a boa governança, o primado do direito, a responsabilização democrática, graves questões de segurança e mesmo os direitos humanos. De resto, seu monitoramento tende a ficar quase que exclusivamente a cargo dos governos.

Mesmo assim, a saga dos ODM aos ODS não deixou de ser um avanço decisivo, tanto para a legitimação do novo valor da ‘sustentabilidade’, quanto para a consolidação ‘do desenvolvimento sustentável’ como a primeira utopia do Antropoceno.

Utopia

Meio milênio depois do livro de Thomas More (1516), de mesmo título deste tópico, a pergunta mais pertinente é a seguinte: “corresponde à ideia original dizer que a função da utopia é nos permitir tomar uma distância do *status quo*, que nos ajude a avaliar e julgar o que fazemos à luz do que poderíamos ou deveríamos fazer?”

Vários filósofos foram levados a confirmar este tipo de interpretação em obras razoavelmente estudadas e citadas. Tendo ela sido consolidada por estudos bem menos conhecidos (especialmente no Brasil) como do grande sociólogo Norbert Elias. Já octogenário, em 1979 ele começara a participar de um grupo de pesquisa temática sobre utopia, na Universidade de Bielefeld, que possuía uma orientação claramente literária. Coube então ao sociólogo, falecido em 1990, produzir, nos anos 1980, um longo relatório, um ensaio e uma conferência sobre o tema. Trabalhos que oferecem ótimas avaliações, principalmente da Utopia de Thomas More, mas também dos escritos de H.G. Wells, vistos por Elias como o marco de uma transição para as utopias “desagradáveis”, devido a especulações sobre os possíveis resultados dos avanços da ciência.

De fato, parece estar na obra de H.G. Wells a transição para o que hoje é chamado de “distopia”, mesmo que a erupção da ciência neste âmbito seja bem anterior, bastando

lembrar que quase três séculos antes, em 1623, Francis Bacon já propusera o inacabado texto *A Nova Atlântida*. Considerando, também, que não havia “ciência” propriamente dita na obra de Platão. O que mais interessa aqui, contudo, é realçar o aumento exponencial das dificuldades teóricas assim que se deixa o terreno da avaliação específica da obra de Thomas More, rumo a uma abordagem do que passou a ser entendido nos últimos quinhentos anos por utopia/utopias e distopia/distopias.

Para procurar alguma saída de um labirinto tão imenso, o terreno mais seguro parece ser, portanto, o entendimento de historiadores. Especialmente daqueles que contrariam frontalmente a tendência de se interpretar a atual percepção dos direitos humanos como um fenômeno milenar, que teria nascido na Grécia ou mesmo na Pérsia. Neste sentido, eles se distanciam bastante de usos mais vulgares do termo “utopia” ao se referirem aos direitos humanos.

O que se entende hoje por direitos humanos pode até ter sido uma clara reação às misérias das duas guerras mundiais do século passado — e particularmente ao Holocausto —, mas ainda foram necessárias três décadas para uma real legitimação, devido à séria “concorrência” do direito dos povos à autodeterminação, do direito à soberania nacional e mesmo do próprio direito ao desenvolvimento. Apesar de a *Declaração Universal dos Direitos Humanos* ter sido adotada em 1948, foi somente nos anos 1970 que ela passou a realmente ter legitimidade, em movimentos da sociedade civil (ONGs) e, principalmente, no direito internacional. A rigor, a virada pode até ser identificada, com ainda maior precisão, no final dos anos 1970. Primeiro, pelo impacto global do encerramento da guerra do Vietnã, em 1975 (Ano Internacional da Mulher), e o consequente curto governo de Jimmy Carter (1977-1981). Depois, pela atribuição do prêmio Nobel da Paz de 1977 à ONG Anistia Internacional por sua campanha contra a tortura.

Foi principalmente pelo colapso das grandes utopias que se confrontaram durante a Guerra Fria — assim como o tardio encerramento do processo de descolonização — as circunstâncias em que, na sequência, os direitos humanos ascenderam à posição de grande utopia contemporânea, às vezes ambigualmente considerada como a “última”. Mesmo assim, com a precaução de se admitir que talvez outra pudesse aparecer.

De qualquer forma, desde 1972, ano da Conferência Mundial sobre Meio Ambiente Humano em Estocolmo, desencadeou-se um processo de tomada de consciência da responsabilidade das gerações presentes quanto aos direitos e oportunidades das gerações futuras. Começou-se a falar em ecodesenvolvimento, uma inovação que precisou de quinze anos para virar ‘desenvolvimento sustentável’, a basilar contribuição do documento “Nosso Futuro Comum”, de 1987, vulgo “Relatório Brundtland”. O primeiro dos 22 princípios legais ali propostos afirmando que, **todos os seres humanos têm o direito fundamental a um meio ambiente adequado à sua saúde e bem-estar**. Entretanto, embora tenha sido bem assimilado pela Rio-92, é preciso lembrar que, no ano seguinte, o novo ideal só apareceu de raspão na Declaração e Programa de Ação de Viena, sobre os direitos humanos. O mesmo ocorreu, já em 2001, na *Declaração do Milênio*. E, por incrível que pareça, foi necessário esperar até o final de 2015 — com a Agenda 2030 e seus dezesseis “ODS” — para que direitos humanos e sustentabilidade comesçassem a conversar.

Antropoceno

Há muito tempo, foi convencionada pela ciência geológica uma história da Terra dividida em Eras, Períodos e Épocas, com base em marcadores fósseis. É um esquema desde sempre muito bem-acolhido pelas demais ciências naturais, com destaque para a paleontologia e a biologia evolucionária. Nesta linha de interpretação da história da Terra estamos há quase doze milênios no Holoceno, Época pertencente ao Período Quaternário da Era Cenozóica.

No Congresso Internacional de Geologia (35°), realizado na Cidade do Cabo, África do Sul, entre 27 de agosto e 4 de setembro de 2016, não acolheu a ideia de uma nova Época. Em vez de optar por alguma das diversas propostas de datação de seu início, tal conclave simplesmente confirmou a posição contrária à admissão do Antropoceno. O argumento essencial dos cientistas que contestam a adoção de uma nova Época é que, os registros estratigráficos, apresentados pelos seus colegas já adeptos da proposta, são apenas “potenciais”. Eles admitem que até poderão se confirmar no futuro, mas que, por enquanto, só se baseiam em previsões. Por isso, acreditam que oficializar a nova Época agora seria uma atitude política, em vez de uma decisão científica.

Tal argumento é inteiramente rejeitado por um grande grupo de pesquisadores, para os quais a distinção entre Holoceno e Antropoceno já é claramente funcional e estratigráfica. Só que tal corrente ainda não convenceu a Comissão Estratigráfica Internacional (ICS), composta de dezesseis subcomissões, cada uma com vinte votos, e dirigida por um comitê executivo de apenas três pesquisadores. Por isso, oficialmente a Terra permanece no Holoceno, ao menos enquanto não for realizado o 36º congresso, várias vezes adiado e cancelado devido à pandemia.

No entanto, como foi também há doze mil anos que a espécie humana começou a praticar atividades agrícolas, é extremamente provável, ou quase certeza, que sua longa evolução cultural — com tantas ascensões e quedas de civilizações — tenha sido favorecida pelas condições naturais, principalmente climáticas, que caracterizaram o Holoceno. Mais: que a recente aceleração das agressões à biosfera esteja marcando uma ruptura suficientemente distinta de qualquer das anteriores para que seja razoável admitir — ao menos no âmbito das humanidades — que já foi inaugurado um novo período, que pode muito bem ser chamado de Antropoceno.

Não há dúvida de que, desde meados do século XX, os humanos passaram a exercer uma imensa pressão sobre alguns dos mais cruciais ciclos biogeoquímicos como, por exemplo, os do carbono e do nitrogênio, ao mesmo tempo em que ocorria uma inédita escalada geral de muitos outros impactos antrópicos sobre a Terra, em especial sobre sua biosfera. Há até quem diga que o próprio planeta (ou aquilo que passou a ser chamado de “sistema Terra”) poderia estar sendo seriamente ameaçado por tantas agressões.

De qualquer forma, é fato que, de todo o dióxido de carbono atribuível às atividades humanas que acabou por ser estocado na atmosfera, três quartos foram emitidos apenas nos últimos setenta anos. No piscar de olhos histórico em que viveram as últimas três gerações, o número de veículos motorizados passou de 40 para 850 milhões, e a produção de plásticos de uma para 350 milhões de toneladas. Simultaneamente, a quantidade de nitrogênio sintético (principalmente para fertilização agrícola) foi de quatro para mais de 85 milhões de toneladas. Somados à erosão da biodiversidade e à acidificação dos oceanos, são tais saltos que caracterizam o que os historiadores ambientais têm chamado de “A Grande Aceleração”.

É evidentemente duvidoso que o fenômeno possa continuar por muito tempo. Avanços da governança ambiental global já permitiram estancar algumas tendências, entre as quais se destaca a da perda de ozônio estratosférico. Também começou-se a diminuir a construção de grandes barragens para a geração de eletricidade, e a exploração total de recursos pesqueiros parece recuar. Por outro lado, também é verdade que, por mais próximo que possa estar o fim dessa tão forte aceleração iniciada em 1945-1950, assim mesmo os humanos continuarão a exercer pressões sobre os ecossistemas que não terão como fazer o mundo retroagir, mesmo que ela nada tenha a ver com as convenções das geociências.

Referências

VEIGA, José Eli da. **O Antropoceno e o Pensamento Econômico**. São Paulo: Editora 34, 2025.

VEIGA, José Eli da. **O Antropoceno e as Humanidades**. São Paulo: Editora 34, 2023.

VEIGA, José Eli da. A ciência da sustentabilidade. **Cadernos CEBRAP Sustentabilidade**, São Paulo, n. 1, p. 1-23, abr. 2021.

VEIGA, José Eli da. Saúde e sustentabilidade. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 34, n. 99, p. 303-310, 2020.

ANTROPOCENO E PONTO CRÍTICO DO __ ANTROPOCENO: HUMANISMO, RAZÃO, __ ECONOMIA E POLÍTICA_____

Vera Alves Cepêda

Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)

Departamento de Ciências Sociais

Este pequeno e sucinto texto constitui um desafio em proporção igual, no mínimo, à complexidade e urgência que cerca o problema do Antropoceno. O resultado que apresento tem ainda o caráter de uma reflexão em andamento, trazendo uma compreensão originada no campo da teoria política. São basicamente *insights* e pistas sobre as causas e a dinâmica do fenômeno. Esta abordagem é coerente com o fato de que o Antropoceno ganhou centralidade e realidade na vida cotidiana dos cidadãos de todos os continentes em função da repetida ocorrência e impactos dos desastres ligados às mutações climáticas. Sua expansão quantitativa e qualitativa ampliou a presença e a importância do tema do Antropoceno no debate social, midiático e político, saindo dos anteriores espaços acadêmicos (peritos) para a arena da opinião pública.

Mesmo reconhecido como uma realidade atual, creio que ainda estamos longe de compreender a totalidade dos desdobramentos dos efeitos primários em curso e, mais importante, daqueles que estão em gestação como efeitos secundários, que afetarão as atividades produtivas, a transformação física das cidades, o equilíbrio água-terra-atmosfera, o desaparecimento de formas orgânicas e possível surgimento de outras, o ciclo de construção/desconstrução da paisagem humana, o aumento da pobreza, a elevação de conflitos e possíveis soluções bélicas. O Antropoceno continua modificando-se velozmente e convulsionando sua forma, longe de ter alcançado estabilidade, limitando a sua compreensão exatamente em função dessa condição *in actione*. Além disso, se vimos muito, não vimos o todo. Por outro lado, nos é possível pensá-lo em sua dinâmica e causas, extraídas da observação que temos acumulada, inferindo a sua evolução. Há um perigo ao pensar provisoriamente o Antropoceno, mas que fica maior ao se esperar que o fenômeno ganhe forma plena ou irretorquível.

Por esse motivo, arrisco considerações que, reconhecendo as mutações futuras, dedicam atenção às lógicas estruturais e sistêmicas do Antropoceno funcional social. Afinal, está na composição do termo que nomeia o fenômeno que o Antropoceno é a Era do Homem, ou seja, da humanidade e suas formas sociais causadoras de transformações materiais profundas e reposicionadoras da dimensão da *physis*.

Para a área de humanidades, o Antropoceno, sem esse título, tem vida longa nos estudos sobre o mundo moderno — antropocêntrico, industrial, tecnológico, individualista e pautado na expansão contínua da acumulação. Também faz parte da lógica da área que a dinâmica social moderna atingiria, em seu acúmulo de transformações, a situação de momento crítico: na ordem social, as coisas acontecem gradualmente e, então, mais rápido do que se espera. Em linhas gerais, este é o caso atual, agravado por sua dimensão global e por seu total ineditismo na experiência humana no planeta. Crises, convulsões naturais ou sociais e catástrofes sempre houveram, mas em nenhum momento do passado a ameaça veio de forma tão avassaladora, sistêmica e totalizante. Pela primeira vez, metaforicamente falando, é o planeta que se revolta contra a humanidade em resposta às brutais desordens por ela produzidas. A imagem do “gradualmente” aplica-se porque são mudanças acumuladas lentamente ao longo do processo civilizador, e o “rapidamente”, pela alta concentração de eventos em um momento temporal com impactos sem precedentes.

E ninguém viu a sombra se movendo no horizonte? Desde a segunda metade do século XIX e particularmente nas primeiras décadas do século XX, detectamos o movimento de reflexão crítica sobre o mundo moderno e das consequências tecnológicas sobre a natureza, a sociabilidade e o indivíduo, incluindo pensadores de diversas matrizes ideológicas. O grupo é robusto, incluindo autores como Karl Marx, Sigmund Freud, Ortega y Gasset, Karl Mannheim, Theodor Adorno, Max Horkheimer, Herbert Marcuse, Hannah Arendt, Christopher Lasch, Ulrich Becker, Bruno Latour e muitos outros. Historicamente, três pontos de inflexão importantes contribuíram para o surgimento dessa agenda intelectual: (i) a combinação das crises cíclicas (superprodução, subconsumo), a II Revolução Industrial (a revolução da química e da física, da indústria pesada e de bens de produção) e a constituição do capitalismo monopolista (mercado de concorrência imperfeito); (ii) os profundos desajustes socioeconômicos ocorridos no período

entre as duas guerras mundiais (1918-1945), reconhecida como expressão de uma gravíssima crise civilizatória, violenta e irracional, que, além de sua ferocidade e destruição, culminou com a dizimação nuclear em massa em Hiroshima e Nagasaki; (iii) a emergência da agenda sobre os efeitos da ação humana sobre o meio ambiente (a questão nuclear e o projeto espacial têm peso nesse contexto), pavimentando o caminho que vai da criação do Clube de Roma (1968) até a ampla cadeia de discussão e tentativa de regulação pelos órgãos internacionais das últimas quatro décadas. Destaco neste cenário o papel fundamental assumido pela ciência em sua potência de transformação do mundo material e orgânico e seus usos, possibilitadores de desordens colossais. Jean-Paul Sartre (1994) tratou do assunto ao separar duas dinâmicas endógenas à produção científica: de um lado, o domínio da técnica, poderoso instrumento de observação empírica, sistematização, inferência de leis gerais e conversão em aplicações úteis (a tecnociência); de outro, a reflexão crítica, aquela que se preocupa com os motivos que levam a pesquisa a eleger determinados problemas em detrimento de outros, que procura desvendar os usos possíveis das descobertas e indaga sobre seus efeitos concretos no mundo (positivo ou negativo? Por quê, para quê e para quem?). Hannah Arendt (2001) reflete sobre o quadro aberto pela ruptura com a condição terrestre da humanidade (fruto da expectativa do projeto espacial) reveladora de uma capacidade contraditória, que autonomiza radicalmente a potência humana ao mesmo tempo em que o reduz à condição de *animal laborans*.

A percepção sobre a expansão da capacidade humana e seus riscos ao mudar o mundo, incluindo a subversão de si mesmo, foi problematizada antes do período atual, conformando uma lista extensa e básica na formação das múltiplas subáreas das Ciências Humanas. Foram alertas, mas não passaram disso. Porém, quando o volume dos resultados antevistos pela teoria se torna realidade tangível com a crise do Antropoceno, esse acúmulo de reflexão, capaz de detectar a racionalidade do binômio moderno-Antropoceno, precisa ser recuperada, reexaminada e atualizada. Provoco que, se anteriormente o fenômeno era percebido por sua sombra, hoje ele é facilmente visível em função de ter atingido um ponto de não retorno. Essa alteração revela algo importantíssimo: que sua emergência enquanto problema deriva não do Antropoceno e sim da nova e temerária situação do ponto crítico do Antropoceno.

Aceitando a tese do Antropoceno e de seu ponto crítico, como descortinar seu motor e como pará-lo? Este é o desafio que abraço, procurando contribuir com a discussão presente nesta coletânea, *Diálogos Avançados: As ciências diante do Antropoceno*. Partindo da área das Humanidades, as ciências da cultura, conforme definição do filósofo Wilhem Dilthey (2014), passo a desenvolver o exame do Antropoceno e de sua crise a partir de algumas considerações, várias delas provocativas (não ao leitor, mas à própria tarefa do pensamento) em um raciocínio concatenado. Ao final, volto ao princípio, introduzindo premissas, nucleares nas considerações, porém mais compreensíveis ao final da exposição do argumento.

Consideração I: Significados de uma disputa conceitual

Começemos pela disputa em torno do termo Antropoceno, seu significado e status de Era. Para as “ciências da natureza” (recorrendo novamente ao binômio de Dilthey) não há uma convergência clara no seio da comunidade científica, em especial no campo dos estudos sobre a modificação das camadas de rochas que revelam processos geológicos e climáticos demarcadores da história física do planeta. Como exemplo, em 2024 a União Internacional de Ciências Geológicas declinou a tese de Era, optando por defini-la enquanto uma época posterior ao Holoceno. A decisão faz sentido se compreendermos que o ponto de observação desse campo de estudos toma as bases materiais do planeta enquanto unidade de referência, um planeta que, *mutatis mutandi*, existiu antes da vida humana, que é dela pequeníssima parte (o planeta tem 4,54 bilhões de anos, o *Australopithecus* 3,9 milhões de anos e o *Homo sapiens* 300 mil anos) e poderá permanecer após sua possível extinção. O tempo planetário é uma totalidade e o tempo humano uma parte, em boa medida autorreferenciado. Nietzsche apontou em um dos seus trabalhos essa distinção e a propensão humana para, radicalmente, constituir-se como epicentro do tempo e da matéria — a chave antropocêntrica. Como ente que vê, interpreta e internaliza o mundo como memória e representação, os seres humanos mitificaram um planeta “para si”.

Em algum remoto rincão do sistema solar cintilante que se derrama um sem-número de sistemas solares, havia uma vez um astro, em que animais inteligentes inventaram o conhecimento. Foi o minuto mais soberbo e mais mentiroso da “história universal”: mas também foi somente um minuto. Passados poucos fôlegos da natureza congelou-se o astro, e os animais inteligentes tiveram de morrer. – Assim

poderia alguém inventar uma fábula e nem por isso teria ilustrado suficientemente quão lamentável, quão fantasmagórico e fugaz, quão sem finalidade e gratuito fica o intelecto humano dentro da natureza. Houve eternidades em que ele não estava; quando de novo ele tiver passado, nada terá acontecido. Ao contrário, ele é humano, e somente seu possuidor e genitor o toma tão pateticamente, como se os gonzo do mundo girassem nele. (Nietzsche, 1983, p.44)

Esta crítica é fundamental por sua pertinência, mas nos abre outro problema: como superar que a percepção e a ação no mundo tenham por base um indivíduo que as realize? Sem descurar que a atuação dos seres humanos tem sido em grande medida irracional e insana em sua afirmação de sujeito soberano, foi ela que tornou nossa espécie o que é, especialmente em sua habilidade civilizatória, muito próxima da filosofia do trabalho em Marx e Engels, e da condição humana em Hannah Arendt. Aceitar este ponto não significa endossar como correta a forma (ou formas) assumidas historicamente por essa dominação humana, nem admitir que não seja perigosa a maneira pela qual tendemos, em especial no mundo moderno, a coisificar, reificar e subsumir o todo à nossa volta aos nossos interesses, colocando-nos como seres para os quais tudo deve curvar-se, no vício do especismo conforme teses de Peter Singer (2004a; 2004b), Paola Cavalieri (2001), Jacques Derrida (2002) e Gary Francione (2013). Porém, não parece possível que em qualquer situação, em especial aquela que pretenda modificar essa relação, o epicentro da escolha e de curso de ação não recaia novamente no próprio arbítrio humano e em suas razões. Assim, precisamos atentar para a importância dos objetivos contidos nas decisões que os homens tomem sobre o mundo — quais razões e quais objetivos. Por mais equidade e justiça com o planeta, a terra e os demais seres vivos, esta decisão será humana, demasiado humana. E no momento ela tem sido, além de suicida, injusta, pois suas consequências não beneficiam nem o planeta, nem a maioria dos seres humanos e nem mesmo a humanidade (enquanto espécie e civilização). O dilema tornou-se insustentável, a mudança não é uma escolha e sim a única escolha possível.

Consideração II: Antropoceno e sua crise – uma janela de oportunidade

Partindo da imagem de que “o mundo” é o *locus* do estar humano neste planeta, aceitar a Era do Antropoceno promove duas consequências importantes. A primeira, de forçar a admissão da responsabilidade que os seres humanos têm sobre a possível destruição

do delicado e complexo equilíbrio que permitiu o nosso surgimento e desenvolvimento no planeta, bem como o surgimento de outros seres vivos que dele dependem e com os quais estabelecemos inúmeras relações de dependência. Curiosamente, é possibilitada por essa conscientização o reconhecimento de limites à ação humana, tornando-se as condições ambientais imperativas para manutenção e sobrevivência da espécie humana. É um raciocínio contraditório, pois revela simultaneamente a tremenda força contida nas capacidades humanas e, ao mesmo tempo, uma situação de fragilidade e dependência com relação às condições externas: assim, os seres humanos podem muito, mas não podem tudo. A segunda consequência é a da abertura de uma janela de oportunidade não apenas para “adiar o fim do mundo”, mas para “repensar o mundo”. São proposições preciosas nesta direção — de reposicionar a relação humano e não humano, mas também de reposicionar a relação entre humanos — as teses de surgimento de uma nova forma de conexão como a rede de dependência e a negociação com a natureza de Latour (2015); de desaceleração, decrescimento econômico e ecodesenvolvimento como em Sachs (2002; 2009), Latouche (2009) e Krenak (2019); de reencantar (em oposição ao desencantamento empirista e utilitarista da moderna civilização ocidental); na perspectiva multinaturalista de Danowski e Viveiros de Castro (2016); ou na oposição ativa às formas capitalistas como em Fraser (2024), Haraway (2019) e Moore (2022).

Uso aqui o termo ‘janela de oportunidade’ para representar uma situação em que há um forte desarranjo e a possibilidade, neste descompasso, da guinada em outra direção, com a configuração de novos pactos, regras e mesmo instituições. No caso do Antropoceno, já indiquei anteriormente seu ineditismo e complexidade sistêmica (atinge matéria, sociedade, vida e futuro) reforçando que sua aceitação ocorre no momento de saturação do sistema socioeconômico moderno e da utopia (perdida ou não realizada) do humanismo iluminista. Abordo aqui um tema delicado e um posicionamento particular que tem enfrentado resistência em múltiplos ambientes acadêmicos. Apoio veementemente as críticas feitas por inúmeros autores sobre o esgotamento e a tendência suicida do *ethos* racional instrumental que caracteriza o avanço da civilização moderna, em especial a ocidental, capaz de ramificar-se e apropriar-se, pela força das armas, da economia ou mimetismo cultural de outras formas de organização social. Mas, não con-

sigo deixar de enxergar que na raiz do humanismo iluminista existiam energias utópicas, axiais, que se perderam, foram desvirtuadas ou apropriadas pela tríade Mercado, individualismo possessivo e razão instrumental. Penso que a proposta da emancipação operada pela capacidade de refletir, julgar e agir continua válida, bem como a imagem da realização humana no espaço coletivo, constituindo racionalidades capazes de superar a crise e apontar em direção a outro tipo de sociedade. Na literatura acadêmica a diferença entre razão instrumental vs razão substantiva ilustra duas lógicas de ponderação e valoração em disputa nos últimos cinco séculos, infelizmente, com clara hegemonia da primeira. É preciso olhar para além do aprisionamento que o arranjo capitalista e liberal-neoliberal promoveu em sua apropriação e ressignificação dessa utopia, submetida inexoravelmente e exclusivamente à produção incessante e exponencial da riqueza privada, em acordo com as formulações de Dardot e Laval (2016), Streeck (2018), Brown (2019), Fraser (2024).

Quanto o caminho do abismo deve ao nosso modo de acumular, que submete a forma de produzir, circular e distribuir? Quanto a ideia de progresso — que pode ter como *telos* um mundo melhor, mais justo e equilibrado — foi deglutida pelo princípio individualista e do lucro? Quanto em sua capacidade de criar um substrato cultural, instituições que o validem, legitimem e mantenham com mão de ferro, a forma capitalista de produção (e de organização de valores, visões de mundo, subjetividade, agenda e orientação política) tem de responsabilidade no desastre atual?

Creio que é preciso separar um arranjo socioeconômico particular do legado valioso do sonho da autonomia contida na potência racional e deliberativa da humanidade. É preciso, mudar de cultura e repensar nossos compromissos sociais e a co-vivência homem e meio ambiente. Provoco aqui o debate, em duas direções, abrindo a reflexão e não fechando-a:

- a mudança seria resultado de uma guinada no campo dos valores ou do exame racional do cenário à nossa volta? Não seria possível mudar o posicionamento, mesmo usando a razão instrumental (o cálculo racional medidor da relação custo-benefício), para pavimentar uma nova cultura?

- admitindo que a cultura política do mundo atual é individualista e maximizadora de interesses particulares, estes não poderiam configurar uma situação na qual a realização do interesse privado seria contraproducente para preservação da sobrevivência individual, abrindo uma chance para uma inclinação prática e pragmática em direção à prevalência de uma ação coletiva, coordenada e regulada?

Consideração III: O risco de extinção pode abrir uma janela de oportunidade?

O exame desta terceira consideração exigirá um raciocínio mais longo e um recurso metafórico delicado. Há algumas décadas ronda o debate político mundial a questão da regressão democrática, sustentada por inúmeras variáveis-chave. Selecciono aqui, duas pertinentes ao rumo da análise: a primeira, da dificuldade de formação de um consenso democrático, esvaziado pela fragmentação da arena pública em interesses particulares, setoriais ou clânicos, que minam a capacidade de articulação de uma opinião pública coesa e orientada por objetivo comum; a segunda, pela presença de uma cultura anti-institucional e antipolítica (base do surgimento de um novo tipo de autoritarismo que chega ao poder usando mecanismos institucionais democráticos para depois destruí-los) e de um novo tipo de populismo, somada ao impulsionamento de polarização e agudização de conflitos (positivação da violência e da expulsão de atores e interesses da agenda dos interesses públicos). De maneira genérica, interesses privados (que não são somente econômicos) estão em expansão e apropriando-se da esfera pública ao mesmo tempo em que se postula a diminuição do papel do Estado (em especial a meta de solução de conflitos e alcançamento de estabilidade política).

Se estes pontos constituem uma dinâmica que colapsa a vida pública — a grande política e não a pequena política (*modus operandi* de boa parte da crise) —, na aurora do pensamento político moderno há uma tese que trata dos riscos e limites ao enorme poder atribuído aos indivíduos — a engenharia política da “guerra de todos contra todos” tratada por Thomas Hobbes (1983) em seu clássico *O Leviatã*, publicado em 1651. Discordando do modelo político autoritário proposto como desfecho de sua argumentação (inclusive por este ser, no cenário atual, parte do problema e não de sua solução),

interessa-me a arguta tese de como em uma situação de conflito radical provocado por excesso de poder com capacidade de destruir a vida de todos e de cada um, a única saída possível é a da pactuação e concertação das vontades em direção à eliminação do conflito, assumindo uma ordem coletiva de existência. Para Hobbes, que vivenciava uma situação de profundo medo e insegurança diante das transformações em curso na Inglaterra, cenário da Reforma Protestante, da Revolução Gloriosa, sob as tensões estruturais da modernização econômica (do mercantilismo à industrialização) e da ruptura com o feudalismo, o ponto de partida de seu esforço intelectual era a afirmação que a natureza fizera os homens iguais em liberdade e poder. O problema é que esses indivíduos ao usarem seu poder e sua liberdade, preocupados exclusivamente com a satisfação de seu próprio interesse, sem compromissos com qualquer objetivo coletivo, acabavam por gerar um resultado oposto (a “guerra de todos contra todos”), impossibilitando a vida individual (permanentemente sob risco) e a vida social. Em tal situação não haveria:

lugar para a indústria, pois seu fruto é incerto; conseqüentemente não há cultivo da terra, nem navegação, nem uso das mercadorias que podem ser importadas pelo mar; não há construções confortáveis, nem instrumentos para mover e remover as coisas que precisam de grande força; não há conhecimento da face da Terra, nem cômputo do tempo, nem artes, nem letras; não há sociedade; e o que é pior do que tudo, um constante temor e perigo de morte violenta. E a vida do homem é solitária, pobre, sórdida, embrutecida e curta. (Hobbes, 1983, p. 76)

Não seria possível ver um reflexo dessa terrível imagem na situação crítica que atualmente vivemos? A soma de inúmeras interferências humanas sobre o planeta, modificando clima, paisagem, geografia, padrões de vida biológica e ecossistemas, provocarão conflitos e injustiças ferozes quando atingirmos a etapa de efeitos secundários do Antropoceno que provocarão, como anteriormente apontado neste texto. Curiosamente, há no horizonte o risco de que todos pagarão essa fatura, embora não da mesma maneira e nem no mesmo ritmo, como demonstram os estudos sobre os componentes raciais, de gênero, renda e desigualdades nacionais (países mais desenvolvidos vs menos desenvolvidos) no debate sobre injustiça climática. Mas todos serão afetados, pois trata-se de um complexo planetário em convulsão. Se a crise que se anuncia não for freada, seus custos ameaçarão cada um e a todos — o mesmo diagnóstico apresentado na tese hobbesiana.

Permanece ao fundo da comparação entre o contexto atual e a parábola hobbesiana que é a capacidade humana, um dom ou diferencial natural, que possibilita ao homem agir e, por extensão, transformar. Paradoxalmente, o elemento gerador do conflito — a busca da sobrevivência — é o mesmo que se reposiciona para solucioná-lo. É para manter a vida individual (primeiro) e as possibilidades abertas pela vida coletiva (segundo) que os indivíduos-sujeitos de Hobbes pactuam a redução de parte de seu poder (no caso, a liberdade sem freios) para adentrar à vida politicamente organizada e estável. Mesmo sendo uma hipótese, uma abstração teórica, o achado hobbesiano é magistral: o homem é capaz de criar uma nova dimensão existencial sobre sua camada natural e adentrar em um novo modelo de vida, pois não está preso a um destino. E pode, voluntariamente (ou premido por necessidades inexoráveis) mudar o seu estar no mundo, refreando seus apetites. Somos então, capazes de criar uma nova forma cultural, livres para redesenhar nossa forma de existência e nossa relação com o meio, outros seres e outros indivíduos? Segundo o caminho aberto por Hobbes, sim, isso é possível, particularmente porque dentre as características humanas o risco é uma mola propulsora capaz de grandes feitos. Podemos pensar nesse aspecto, do risco abissal que corremos, como parte da lógica que pode modificar nossas formas sociais atuais? Deixo a resposta aos leitores.

Apenas para suavizar o uso de um autor polêmico como Hobbes, por ser responsável por um modelo político concentrador e maximizador da autoridade, lembro quanto a situação de risco — entre a civilização e barbárie — significa na tradição marxista, ou quanto a ideia de um aperfeiçoamento da ordem política e das instituições pela experiência e pelo erro perpassou a obra de Rousseau, Kant e Sturt Mill. Abandonaremos a ideia de que os seres humanos podem mudar de perspectiva e rumo, sob pressão ou usando a habilidade racional? Neste ponto da discussão passo para a questão dos componentes da crise atual, responsáveis por uma torção perigosa da capacidade humana de ação e produtoras, elas sim, do Antropoceno e de sua crise.

Consideração IV: O problema econômico e a saída política

Chegamos ao ponto central do problema, a ordem capitalista, que precisa ser compreendida enquanto uma das formas possíveis de organização da divisão e da cooperação

do trabalho, enquanto modelo de produção e seu *ethos* definidor da sociabilidade (a lógica do cálculo racional e do interesse privado). Tenho dúvidas se observar as capacidades contidas nas atividades industriais, comerciais, de inovação e mesmo na existência de um mercado de trocas implica em transformá-los necessariamente em capitalismo. Produção, conhecimento e interdependência entre atores podem, e devem, escapar ao monopólio da busca do lucro e da riqueza como essência da vida social. Isto implica em separar, na aventura do mundo moderno, o projeto capitalista (que é um projeto organizado em direção a um objetivo pretendido: a maximização da riqueza privada acima de qualquer custo externo e apesar deles). É necessário jogar fora as conquistas científicas e as estruturas produtivas para impedir a tragédia do Antropoceno provocada pelo que alguns autores denominam de Capitaloceno ou poderíamos ressignificá-las e dirigi-las para outros fins?

Aqui chegamos ao âmago do problema. Diante da crise do Antropoceno temos três saídas:

- mantemos o sistema atual, no todo ou em parte, garantindo que a mesma mentalidade que produziu a crise continue a orientar a ação humana, acelerando o colapso e o risco de extinção;
- mudamos o sentido do legado deixado pela experiência antropocêntrica, reconhecendo e corrigindo suas distorções e migrando para uma postura “pós-antropocêntrica” repensada enquanto uma interdependência ecossistêmica equilibrada, sem negar a condição de agência humana. Neste quadro, autonomia com responsabilidade (a boa tese da sustentabilidade entra também) seria central, paralisando e talvez retrocedendo os estragos atuais.
- pensamos em um outro tipo de humanidade fora do antropocentrismo, mas confesso ter limites intelectuais para enxergar como isso ocorreria, se seria possível e até onde nos levaria. Mas em termos lógicos, é uma alternativa.

Ao longo deste artigo percebe-se a propensão para a solução intermediária. Há uma questão pragmática e estratégica de curto prazo ao propor observar com cuidado a utilidade de mobilizar a agência humana, o cálculo racional (o custo de tomar ou não

uma decisão) e o interesse próprio (preservar a vida) para travar a velocidade do Antropoceno. Mas não poderíamos usar essa potência humana e lógicas de ação sem modificar seu conteúdo, sem ressignificá-las, afastando-as da razão instrumental e da ordem neoliberal em direção a um pacto coletivo de interesse público e responsabilidade planetária. Seriam alterados, nesse processo, o como, o por quê e o para quem da ação humana — ou seja, toda a qualidade do resultado alcançado, incluindo o efeito paulatino de transformação do próprio ethos, das instituições e do padrão de subjetividades hoje existentes e dominantes.

As premissas anteriormente anunciadas ajudam nesta última passagem do raciocínio.

1. O Antropoceno só pode ser explicado em sua natureza social, como fruto do trabalho, da cultura, da ciência, da civilização e de seus efeitos. Ciência, economia, individualismo, consumismo, racionalidade instrumental, objetificação da natureza, arranjos políticos privatistas que são causas deste processo são instrumentos e ferramentas que foram socialmente constituídos — portanto podem ser desconstruídas e reinventadas. O Antropoceno tem faces materiais, geomórficas, climáticas, sem dúvida, mas resulta essencialmente de algo que não é pura physis, nem planeta e sim ação societal sobre eles.
2. A causalidade básica do Antropoceno é social, então é preciso entender que a armadilha só pode ser neutralizada em sua dimensão social primeiro e em seus efeitos materiais depois. Portanto, o diagnóstico sobre os elementos sociais que geraram a crise do Antropoceno precisa ser o ponto de partida para um diagnóstico claro do problema e construção de uma agenda de superação.
3. A mudança passa pela decisão humana consciente, originada na compreensão do problema e da necessidade de sua solução. Sendo o Antropoceno um sistema estruturado e estruturante, entre as variadas esferas da existência social, a mais poderosa e capacitada é a da política, pela disputa no campo da cultura, na organização social e na resistência, nos *inputs* para mudanças dos projetos políticos e das agendas partidárias, na formação de maiorias representativas, na presença majoritária nas instâncias estatais e em todos os poderes constituídos, no desenho constitucional e na definição de direitos.

Se as premissas são válidas, o diagnóstico da crise do Antropoceno é oriundo do *ethos* individualista, capitalista, privatista e de um hedonismo apetitivo, que preserva um sistema desigual de riqueza, de distinções (a estima e reconhecimentos dos atores minoritários, subalternos, precarizados, estigmatizados) e de capacidades políticas. O *busílis* é que são os interesses e atores representativos desse *ethos* os com maior poder econômico e político atualmente no sistema, com capacidade de emperrar mudanças e regulações que afetem seu *status quo*. Se há heterogeneidade entre eles, provavelmente, mas no mercado competitivo global (para piorar, agora novamente hobbesiano após o projeto trumpista de desmanche da ordem mundial pós-1945) o curto prazo, a minimização de custos e a maximização de ganhos é a única regra válida. Há uma camisa de força e uma inércia que força jogadores econômicos a jogarem o jogo. Historicamente os modelos políticos, construídos antes e distantes da realidade do Antropoceno, lidaram com a desigualdade de força entre capital e trabalho (o vetor mais aglutinador da política até recentemente) equilibrando a balança com o protagonismo do Estado funcionando como mecanismo de redistribuição e diminuição de conflitos. Esse papel podia ser exercido porque o Estado e suas capacidades podem representar mais que os interesses econômicos e mais que os interesses privados, pois foi construído como expressão de uma comunidade de destino politicamente organizada (no mundo moderno no formato dos estados nacionais). E porque pode funcionar como uma arena de construção de consensos em meio a pluralidade de demandas e interesses. Tomando de empréstimo a tese de Przeworski (1990) sobre a legitimidade estatal e da democracia como escolha no conflito de classes do século XX, as elites tomam decisões políticas o tempo todo em ambientes privados (decidem sobre investimentos, empregos, preços, pressões, alianças) enquanto os trabalhadores só podem resolver seus problemas na arena política, transformando suas demandas em direitos e colocando a legitimidade pública em sua proteção. Hoje, penso que o cidadão, o ser humano que quiser sonhar com um futuro para sua geração e as demais não o conseguirá na esfera pessoal ou privada. Será preciso adentrar a vida social, à luta política e à internalização de seu projeto nas instituições. Tanto para o trabalhador assalariado do século XX, quanto para o defensor da vida e do planeta no século XXI, o ambiente mais importante é a política e o instrumento mais poderoso é a democracia (único sistema que pode converter aspirações sociais em capacidades estatais).

Referências

ARENDT, Hannah. **A condição Humana**. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2001.

BROWN, Wendy. **Nas ruínas do neoliberalismo: a ascensão da política antidemocrática no ocidente**. São Paulo: Editora Politeia, 2019.

CAVALIERI, Paola. **The Animal Question: why nonhuman animal deserves human rights**. Nova York: Oxford University Press, 2001.

DANOWSKI, Déborah; VIVEIROS DE CASTRO, Eduardo. **Há mundo por vir? Ensaio sobre os medos e os fins**. Rio de Janeiro: ISA e Cultura e Barbárie, 2016.

DARDOT, Pierre; LAVAL, Christian. **A nova razão do mundo - ensaio sobre a sociedade neoliberal**. São Paulo: Boitempo, 2016.

DERRIDA, Jacques. **O animal que logo sou**. São Paulo: Editora UNESP, 2002.

DILTHEY, Wilhelm. **A essência da filosofia**. Petrópolis: Vozes, 2014.



BIODIVERSIDADE, _____
MORTE E VIDA _____
DAS ESPÉCIES _____

A seção traz à discussão a complexa dinâmica da biodiversidade no contexto do Antropoceno, em que a atividade humana tem levado à extinção de inúmeras espécies ao mesmo tempo em que também cria condições para o surgimento de novas formas de vida. Da mesma forma, a produção de conhecimento baseada na dicotomia moderna entre cultura-natureza é reposta aqui como nó epistemológico e político a ser pensado. Discute-se, portanto, o papel não só das ciências biológicas e ecológicas na conservação e na restauração de habitats, como da filosofia e da ciência política no enfrentamento de questões que apontam a responsabilidade humana na preservação da vida no planeta. _____



*Hugo Miguel Preto
de Moraes Sarmiento
(UFSCar)*

Biólogo pela Universidade do Minho (Portugal), com doutorado pela Universidade de Namur (Bélgica). Durante o pós-doutorado no Instituto de Ciências do Mar em Barcelona (Espanha), realizou pesquisas na área da ecologia microbiana aquática no oceano, tendo participado de duas campanhas oceanográficas de circum-navegação. Atualmente, é Professor Adjunto no Departamento de Hidrobiologia da UFSCar, onde lidera o Laboratório de Biodiversidade e Processos Microbianos. Coordena projetos de pesquisa que investigam a biodiversidade e o funcionamento do microbioma do Oceano na escala global. É Professor credenciado no Programa de Pós-graduação em Ecologia e Recursos Naturais (PPGERN) na UFSCar e no Programa de Pós-graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais (PEA) na Universidade Estadual de Maringá (UEM).

Professor de Antropologia do Instituto de Estudos Brasileiros (I-USP) e do Programa de Pós-Graduação em Antropologia Social (PPGAS/FFLCH/USP). Atua principalmente em Antropologia da Ciência e da Tecnologia, Antropologia da Natureza e da Modernidade, Estudos Pós-Disciplinares em Multiespécies e Cosmopolíticas, Antropologia e Meio Ambiente, Antropologia do Antropoceno, Teoria Antropológica. É pesquisador do Centro de Estudos Ameríndios (CESTA-USP) e do Projeto Temático Fapesp "METIS — Artes e Semânticas da Criação e da Memória" (Processo número 2020/07886-8), no qual coordena o eixo de pesquisa "Criação e destruição: ciência e política no Antropoceno"._____

Stelio Marras
(USP)



BIODIVERSIDADE, MORTE E VIDA DAS____ ESPÉCIES NO ANTROPOCENO_____

Hugo Miguel Preto de Moraes Sarmiento
Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)
Departamento de Hidrobiologia

A biosfera compreende todas as formas de vida organizadas em diferentes níveis de complexidade: genes, indivíduos, populações, comunidades e ecossistemas; e os processos ecológicos dos quais dependem. Além de possuir um valor intrínseco inestimável, ela é fundamental para garantir os chamados serviços ecossistêmicos: processos naturais mediados por organismos vivos que proporcionam benefícios essenciais aos seres humanos e ao equilíbrio ambiental. Esses serviços incluem a purificação do ar e da água, a regulação do clima, a polinização de culturas, a formação e a fertilização do solo, o controle biológico de pragas, entre outros (Millennium ecosystem assessment, 2005). Esses benefícios sustentam não apenas os ecossistemas, mas também a sobrevivência humana e a qualidade de vida no planeta (Constanza *et al.*, 1997; Mazzega; Demazière; Zaccai, 2020). A complexidade das redes ecológicas que moldam os ecossistemas torna a biodiversidade um alicerce indispensável para a estabilidade ecológica e a resiliência dos sistemas naturais diante de perturbações, pressões antrópicas e eventos extremos cada vez mais frequentes no contexto do Antropoceno.

Neste ensaio, abordarei alguns dos principais desafios que caracterizam a crise da biodiversidade no contexto do Antropoceno, explorando desde os fundamentos ecológicos e bioquímicos da vida na Terra até os impactos das ações humanas sobre os ecossistemas. Examinarei o papel da diversidade biológica como alicerce para a estabilidade dos sistemas naturais, os processos históricos de extinção e surgimento de novas formas de vida, e as profundas implicações éticas, políticas e sociais envolvidas na preservação ambiental. No final, deixo algumas reflexões sobre os caminhos possíveis para um futuro mais sustentável, por meio do diálogo entre ciência, tecnologia e sociedade.

A vida como força planetária: biodiversidade, complexidade e interdependência

A biodiversidade é a variedade de formas de vida existentes na Terra, abrangendo desde microorganismos até vermes, insetos, plantas e mamíferos. A imensa diversidade de espécies e de comunidades (conjuntos de espécies que compartilham um mesmo ecossistema) está organizada em redes complexas de interações entre os organismos, que por sua vez modificam o ambiente e sustentam os processos e equilíbrios essenciais à manutenção da vida no planeta (Margalef, 1980). Essas redes dinâmicas formam a biosfera que é o sistema global que abriga todas as formas de vida do planeta.

É essa presença da vida que torna a Terra singular, pois ela é capaz de produzir e reciclar moléculas orgânicas complexas, incluindo compostos raramente encontrados em outros corpos celestes, como o oxigênio livre, a clorofila ou o metano. A vida não apenas altera profundamente a composição da atmosfera, como no caso da fotossíntese, que enriquece o ar com oxigênio e viabiliza a existência de formas de vida heterotrófica, como confere dinamismo ao planeta e molda seus ciclos biogeoquímicos. Esses processos imprimem à Terra uma complexidade química e funcional sem paralelos conhecidos, tornando-a distinta de todos os corpos celestes até hoje conhecidos (Margulis; Sagan, 1997).

A título de exemplo revelador dessa complexidade, podemos observar a estrutura química da molécula de clorofila-a, pigmento essencial à fotossíntese das plantas, cuja origem remonta às cianobactérias, microrganismos que, há cerca de 3,5 bilhões de anos, iniciaram o processo de fotossíntese oxigênica e, conseqüentemente, o enriquecimento da atmosfera em oxigênio (Falkowski, 1997). Muito mais tarde, há cerca de 450 a 500 milhões de anos, a hemoglobina evoluiu nos vertebrados, provavelmente a partir de um evento de duplicação do gene da globina. A molécula precursora da clorofila, o clorofilídeo, apresenta notável similaridade estrutural com o proto-heme (ou heme B): ambos são compostos por um anel de porfirina com um átomo metálico central. No caso do clorofilídeo, o átomo central é magnésio; no proto-heme, é o ferro, o que confere à hemoglobina sua capacidade de transportar oxigênio no sangue dos animais (Hardison, 1996). Ambas são moléculas orgânicas complexas, com estrutura cíclica e propriedades

funcionais altamente especializadas (Fig. 1). Essas semelhanças bioquímicas revelam padrões evolutivos comuns e uma sofisticação química muito superior àquela observada em compostos inorgânicos típicos do restante do universo conhecido.

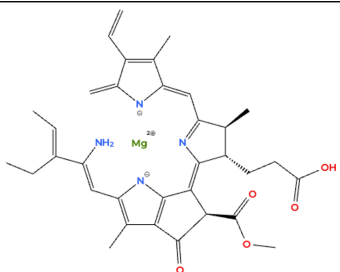
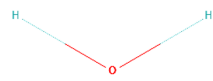
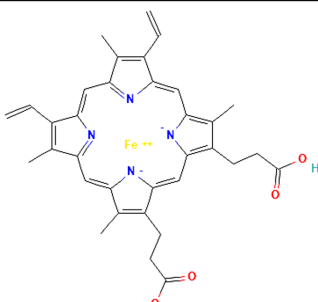
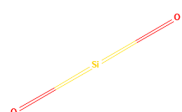
Moléculas orgânicas	Moléculas inorgânicas
 clorofilídeo	 Água
 Proto-heme	 Cloreto de Sódio
	 Dióxido de Silício

Figura 1 – Comparação do grau de complexidade de algumas das moléculas orgânicas e inorgânicas mais abundantes no planeta. À esquerda, as moléculas orgânicas clorofilídeo e proto-heme (ou heme B) ilustram a sofisticação bioquímica associada à vida, em contraste com a simplicidade dos compostos inorgânicos predominantes no universo. O clorofilídeo é um precursor imediato da clorofila, essencial no processo de biossíntese da clorofila-a, pigmento responsável pela fotossíntese nas plantas; ele possui estrutura complexa em anel com um átomo de magnésio central. Já o proto-heme é uma porfirina com um átomo de ferro central, presente em diversas proteínas essenciais, como a hemoglobina, responsável pelo transporte de oxigênio no sangue dos animais. Apesar de exercerem funções biológicas distintas, suas semelhanças estruturais revelam um notável exemplo de convergência evolutiva em nível molecular. À direita, as moléculas inorgânicas água (H₂O), dióxido de silício (SiO₂) e cloreto de sódio (NaCl) representam compostos simples, abundantes e fundamentais na composição da Terra.

Portanto, em contraste com os demais planetas, a Terra comporta uma biosfera que é composta por sistemas altamente complexos que regulam o clima e geram paisagens em constante coevolução com os organismos que nelas habitam (Levin, 1998). Uma característica essencial da biodiversidade é que nenhum organismo vive isoladamente. Assim como a física descreve leis fundamentais que regem a matéria e a energia, a ecologia revela que a interdependência entre os seres vivos é uma das leis universais da vida. A existência de qualquer organismo depende de inúmeras relações com outros seres e com seu ambiente. A vida se organiza em redes de interação que abrangem desde as interações dos predadores e as suas presas até associações simbióticas sofisticadas (Montoya; Pimm; Solé, 2006) (Fig. 2).

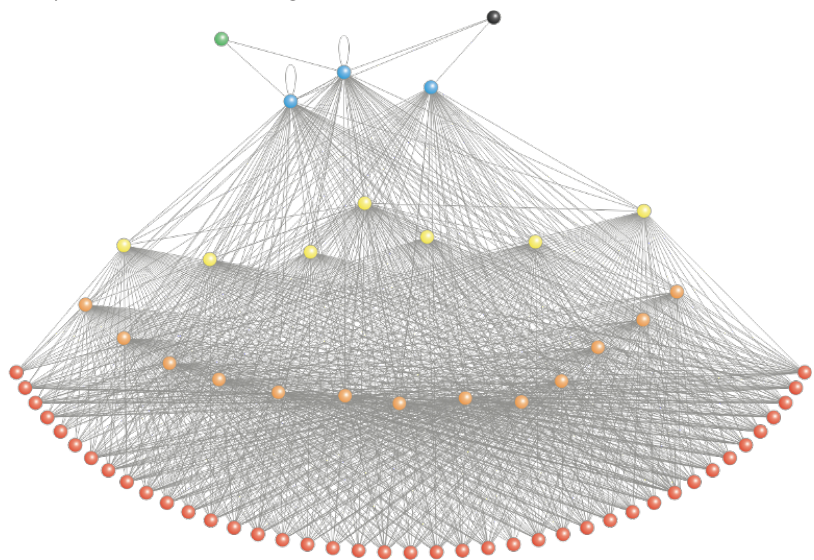


Figura 2 – Representação simplificada da rede de interações do Lago Kivu (África Oriental), ilustrando a organização trófica e a estrutura simplificada de um ecossistema. Cada ponto representa uma espécie, disposta verticalmente de acordo com seu nível trófico: na base estão os produtores primários (fitoplâncton – vermelho, de Sarmento; Isumbisho; Descy, 2006), seguidos pelos consumidores primários (zooplâncton herbívoro – laranja, de Isumbisho *et al.* 2006), consumidores secundários (zooplâncton onívoro – amarelo), peixes (azul), e no topo da cadeia, o biguá (verde) e os seres humanos (preto), de Descy; Darchambeau; Schmid, 2012. As alças presentes em peixes representam canibalismo presente em algumas espécies. O Lago Kivu é um lago vulcânico que abriga apenas três espécies de peixes, o que resulta em uma rede trófica notavelmente simplificada quando comparada à de outros lagos, oferecendo um exemplo de como a diversidade biológica influencia a complexidade das interações ecológicas.

Outro exemplo notável da complexidade das interações biológicas é o conceito de holobionte. Todo macro-organismo, como uma planta ou um animal, é também um ecossistema em si, composto por comunidades de micro-organismos que vivem em estreita associação com ele (Rosenberg; Zilber-Rosenberg, 2013). A relevância do conceito de holobionte emergiu nos últimos anos, impulsionada pelo avanço das técnicas de sequenciamento de DNA, que permitiram revelar a real diversidade de microrganismos presentes nesses organismos. Esses microrganismos, frequentemente mais numerosos do que as próprias células do hospedeiro, incluem bactérias, fungos, vírus e outros simbioses. Juntos, formam uma unidade ecológica integrada, na qual funções metabólicas, imunológicas e adaptativas resultam da interação entre todos os seus componentes (Gilbert; Quince, 2011). Essa profunda interdependência sustenta a teia da vida que estrutura os ecossistemas do planeta e desafia as noções tradicionais de indivíduo, revelando a vida como um fenômeno essencialmente coletivo, relacional e coevolutivo.

O impacto humano na biodiversidade

A singularidade de um planeta pleno de vida está sendo ameaçada pelo impacto humano crescente sobre os sistemas naturais, o que pode romper os delicados equilíbrios ecológicos construídos ao longo de milhões de anos de evolução. O ritmo acelerado e a escala abrangente das transformações antrópicas vêm ultrapassando os limites de resiliência de muitos ecossistemas, colocando em risco não apenas essas espécies isoladas, mas também a integridade funcional de biomas inteiros. Essa pressão decorre da atuação simultânea de múltiplos estressores ambientais que se reforçam mutuamente e ampliam seus efeitos negativos. Entre eles, destacam-se: a destruição e fragmentação de habitats, a poluição, a introdução de espécies exóticas invasoras, a sobre-exploração de recursos naturais, as mudanças climáticas e a urbanização desordenada (Stefen *et al.*, 2015). Esses fatores sinérgicos têm levado a cenários de colapso ecológico que desafiam profundamente nossa capacidade de resposta e adaptação.

Diante dessa realidade, cientistas e pensadores propuseram a ideia de que estamos ingressando em uma nova era geológica: o Antropoceno. Embora ainda em debate quan-

to ao seu reconhecimento formal, o conceito ganhou força como marco simbólico e político. Ele expressa o grau inédito de influência da ação humana sobre os sistemas naturais da Terra (Crutzen, 2002). Ao nomearmos uma era em nossa própria homenagem, reconhecemos que nos tornamos uma força geológica capaz de remodelar ecossistemas, alterar ciclos biogeoquímicos e acelerar drasticamente a perda da biodiversidade.

Essa perda se manifesta em diversas frentes. O desmatamento, a urbanização acelerada, a agricultura intensiva e a mineração transformam habitats complexos em paisagens simplificadas e degradadas (Diaz *et al.*, 2019). Paralelamente, as mudanças climáticas forçam deslocamentos geográficos de espécies, acidificam os oceanos e intensificam eventos extremos. A poluição compromete as cadeias alimentares e os processos biogeoquímicos; as espécies invasoras desestabilizam relações ecológicas milenares; e a superexploração de recursos naturais leva ao colapso de populações inteiras (Brook; Sodhi; Bradshaw, 2008). Em conjunto, esses processos impõem pressões sem precedentes sobre a biodiversidade e ameaçam o funcionamento dos ecossistemas dos quais dependem os serviços ecossistêmicos tão valiosos para a espécie humana.

Estamos vivendo o que muitos cientistas denominam como a sexta extinção em massa (Ceballos *et al.*, 2015). Diferentemente das cinco grandes extinções anteriores, como a do fim do Cretáceo que extinguiu os dinossauros, esta é impulsionada por uma única espécie: o *Homo sapiens*. E ainda mais alarmante: enquanto os eventos passados ocorreram ao longo de milhões de anos, a atual extinção ocorre em uma escala de décadas. Estima-se que a taxa de extinção atual seja entre 100 e 1.000 vezes superior à taxa natural (Pimm *et al.*, 2014).

Extinções e novas formas de vida: uma dinâmica ambígua

Embora o desaparecimento de espécies seja um fenômeno devastador, é importante reconhecer que a vida na Terra sempre foi moldada por ciclos de extinção e diversificação. Ao longo da história geológica do planeta, ocorreram cinco grandes extinções em massa (Raup; Sepkoski, 1982). A primeira, no fim do Ordoviciano (cerca de 443 milhões de anos atrás), foi causada por uma glaciação repentina e resultou na perda de aproxi-

madamente 85% das espécies marinhas. A segunda, no fim do Devoniano (cerca de 372 milhões de anos atrás), eliminou cerca de 75% das espécies, possivelmente devido à anoxia oceânica e às mudanças climáticas. A terceira, no fim do Permiano (cerca de 252 milhões de anos atrás), foi a mais catastrófica, extinguindo cerca de 95% das espécies marinhas e 70% das terrestres, em um evento associado ao vulcanismo intenso na Sibéria. A quarta, no fim do Triássico (cerca de 201 milhões de anos atrás), está ligada a mudanças climáticas bruscas e atividade vulcânica, e eliminou cerca de 80% das espécies. A quinta, e mais conhecida, ocorreu no fim do Cretáceo (cerca de 66 milhões de anos atrás), quando o impacto de um asteroide contribuiu para o fim dos dinossauros e de cerca de 75% das espécies da Terra. Cada uma dessas extinções foi seguida por uma explosão evolutiva que produziu novos grupos de organismos adaptados às condições emergentes, redefinindo a composição e a estrutura da vida no planeta (Hallam; Wignall 1997).

Todas as cinco grandes extinções em massa observadas no passado foram concomitantes com aumentos rápidos na temperatura (Song et al, 2021). Comparando as taxas de aquecimento, observa-se que nas cinco grandes extinções em massa a temperatura média global aumentou a uma taxa superior a 10 °C por milhão de anos (Fig. 3). No cenário atual, o aumento projetado de mais de 5 °C até 2100 ocorre em menos de 200 anos, o que equivale a uma taxa de aproximadamente 25 a 50 vezes mais rápida do que as associadas aos eventos passados. Essa aceleração sem precedentes impõe um desafio severo à adaptação das espécies, que podem não ter tempo suficiente para responder evolutivamente às novas condições ambientais.

Depois das grandes extinções, particularmente a do fim do Cretáceo, houve um notável aumento na diversidade de vários grupos biológicos. Os mamíferos, antes ocupando nichos restritos durante o domínio dos dinossauros, expandiram-se rapidamente, diversificando-se em formas terrestres, aquáticas e aéreas. As plantas com flores (angiospermas) também passaram por uma grande diversificação e expansão, tornando-se o grupo dominante na vegetação terrestre e estabelecendo relações ecológicas complexas com polinizadores. Aves, insetos e outros grupos também prosperaram, levando à configuração da biosfera que conhecemos hoje (Archibald, 2011).

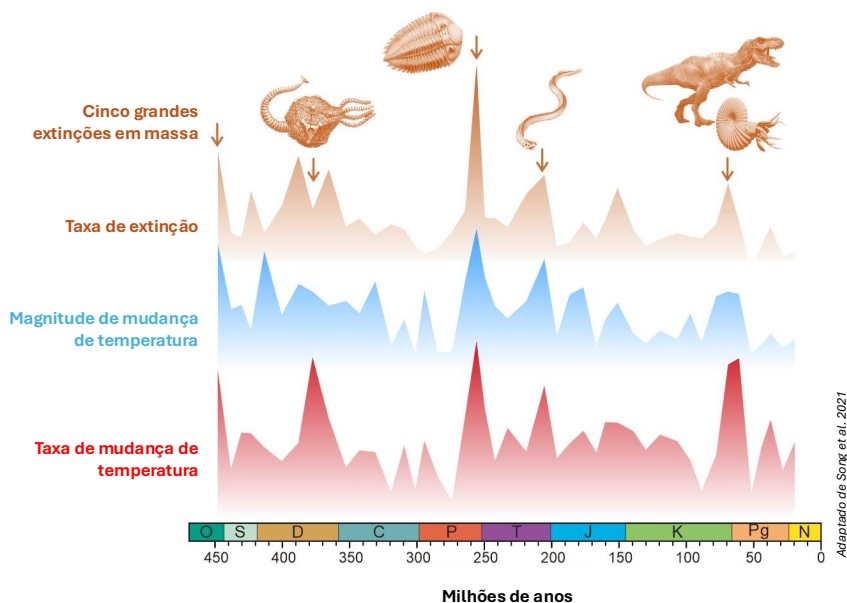


Figura 3 – Taxa de extinção, magnitude e taxa de mudança na temperatura ao longo dos últimos 450 milhões de anos. Nas cinco grandes extinções em massa indicadas pelas setas, as magnitudes da mudança de temperatura excederam $5,2^{\circ}\text{C}$ e as taxas ultrapassaram 10°C por milhão de anos. As taxas de extinção se correlacionam com aumentos na temperatura, tanto em relação às magnitudes quanto às taxas de variação. Desde 1850, a temperatura média global aumentou cerca de 1°C . O cenário de uso intenso de combustíveis fósseis (SSP5-8.5) prevê um aumento superior a 5°C até 2100, atingindo o limiar climático associado às grandes extinções em massa na história da Terra. Caso o aquecimento global ultrapasse esse limiar, organismos e ecossistemas marinhos poderão sofrer impactos catastróficos (Song *et al.* 2021).

As mudanças ambientais provocadas pelo ser humano têm alterado profundamente a distribuição das espécies no espaço e no tempo. Muitas espécies estão migrando para novas regiões em busca de condições climáticas mais favoráveis, enquanto outras são forçadas a se adaptar rapidamente a habitats urbanizados e fragmentados. Embora se observe uma drástica aceleração das extinções, o Antropoceno também leva a adaptações e até ao surgimento de novas formas de vida em resposta às mudanças ambientais (Palumbi, 2001).

Como dizia o famoso personagem Ian Malcolm, interpretado por Jeff Goldblum, no filme Parque Jurássico: *“a vida encontra um caminho”*. As mudanças climáticas estão crian-

do novos nichos ecológicos e alterando profundamente os já existentes, exigindo que as espécies ajustem seu comportamento, fisiologia e ciclos de vida. Essa reconfiguração dos ambientes naturais modifica padrões de competição, dispersão e sobrevivência, forçando algumas espécies à extinção local e oferecendo oportunidades para outras se expandirem em áreas antes inóspitas. A presença simultânea de múltiplos estressores cria um filtro ecológico que favorece espécies ou populações com determinadas características. Isso inclui organismos com ciclos de vida curtos, alta taxa reprodutiva, dieta generalista e, especialmente, seleção de certos traços comportamentais como o *boldness*, a tendência a explorar ambientes novos e assumir riscos (Reale *et al.*, 2007).

Impactos antrópicos como a urbanização, portanto, moldam a evolução ao selecionar esses traços, promovendo espécies que toleram ou até prosperam face a determinadas pressões. Interações ecológicas inéditas, adaptações morfológicas e mudanças comportamentais emergem em meio a esse cenário dinâmico e desafiador (Jonhson *et al.*, 2017).

No entanto, essa criatividade evolutiva não deve ser confundida com uma recuperação da biodiversidade. Ela ocorre em um contexto de perda de complexidade ecológica, homogeneização biológica e enfraquecimento das funções ecossistêmicas (Mckinney; Lockwood, 1999). As novas formas de vida não compensam as perdas irreversíveis de linhagens evolutivas inteiras, muitas vezes com funções ecológicas insubstituíveis. O saldo é a erosão da complexidade biológica e o empobrecimento dos sistemas vivos.

Questões éticas e filosóficas

A crise da biodiversidade é também uma crise ética, pois nos obriga a refletir sobre o valor da vida em todas as suas formas e sobre as consequências das nossas decisões para o futuro do planeta. Envolve decidir o que deve ser preservado, com base em critérios ecológicos, sociais, culturais e morais. Também implica ponderar como preservar, diante de recursos limitados e de múltiplas prioridades em disputa. As escolhas humanas moldam diretamente o futuro da vida no planeta, determinando quais espécies, paisagens e formas de convivência continuarão existindo. Diante de extinções aceleradas, colapsos ecológicos e desigualdades socioambientais, o Antropoceno nos convida a revisar

profundamente nossos compromissos éticos e as estruturas de poder que sustentam modelos insustentáveis de desenvolvimento (Mace, 2014).

A *tragédia dos comuns* (Hardin, 1968), a tendência de explorar recursos compartilhados até o colapso, ilustra bem os desafios da governança ambiental. A crença no crescimento econômico infinito em um planeta finito também ignora uma das leis fundamentais da ecologia: a *capacidade de suporte*. Todo ecossistema possui limites biofísicos para o crescimento, e sempre haverá um fator limitante, seja ele energia, nutrientes, espaço ou água, que regula o tamanho máximo de uma população ou sistema. Inspirar-se nessa noção ecológica seria reconhecer que o progresso humano deve respeitar os limites do planeta e se orientar por critérios de equilíbrio, suficiência e regeneração. A recusa em aceitar esses limites configura uma armadilha conceitual que precisamos superar.

Nesse contexto, o conceito de desenvolvimento sustentável se baseia em três pilares interdependentes: o econômico, o social e o ambiental. O pilar econômico busca garantir crescimento, produtividade e inovação; o pilar social visa à redução das desigualdades, à promoção da justiça social e à melhoria da qualidade de vida; e o pilar ambiental propõe a conservação dos ecossistemas e o uso responsável dos recursos naturais. A ideia central é que o desenvolvimento genuíno só é possível quando esses três eixos avançam de forma integrada e equilibrada.

É revelador observar como as principais correntes de pensamento político tradicionalmente abordam as dimensões do desenvolvimento sustentável. Ainda que se trate de uma leitura necessariamente reducionista diante da complexidade e diversidade de posicionamentos existentes, é possível observar uma tendência geral nas diferentes orientações políticas quanto à priorização dos pilares do desenvolvimento sustentável. Em linhas amplas, correntes situadas à direita do espectro político tendem a enfatizar o pilar econômico, valorizando a propriedade privada, a livre iniciativa e o crescimento como motores do progresso. Já as perspectivas associadas à esquerda conferem maior centralidade ao pilar social, com foco na equidade, na redistribuição de recursos e no fortalecimento do papel do Estado na promoção da justiça social. No entanto, o terceiro pilar do desenvolvimento sustentável, o ambiental, nunca chegou a se consolidar como um projeto político robusto. Isso porque sua plena incorporação exigiria o reconhecimento

de limites ao crescimento econômico e a revisão de pressupostos fundamentais compartilhados por ambas as vertentes. Esses limites desafiam tanto a lógica do livre mercado quanto às promessas de bem-estar material promovidas por políticas estatais expansivas. Como resultado, embora amplamente proclamada, a sustentabilidade ambiental muitas vezes permanece subordinada a interesses econômicos e sociais de curto prazo.

Diante desse impasse, torna-se urgente questionar a ideia de propriedade absoluta sobre os recursos naturais e buscar modelos de governança democrática que incluam as vozes da ciência, das comunidades locais e das futuras gerações. Integrar uma visão sistêmica significa compreender as interdependências entre natureza e sociedade, economia e ecologia e conhecimento científico. Isso exige não apenas diálogo entre diferentes formas de conhecimento, mas também humildade epistêmica e disposição coletiva para repensar o papel da humanidade na teia da vida. Para tanto, é indispensável revisar os atuais referenciais de confrontação ideológica que moldam o espectro político contemporâneo e avançar para novos paradigmas capazes de integrar justiça social, limites ecológicos e bem-estar coletivo de forma transformadora e inovadora. O verdadeiro desafio ético do Antropoceno é transformar nossa convivência com o planeta em um pacto de coabitação justa, respeitosa e sustentável.

Perspectivas para um futuro sustentável

Apesar dos desafios, ainda há caminhos possíveis para a construção de um futuro mais harmonioso com a natureza. Isso requer a articulação entre três pilares: ciência, tecnologia e sociedade. A ciência pode oferecer diagnósticos precisos e soluções baseadas em evidências. A tecnologia pode contribuir para reduzir impactos e promover alternativas sustentáveis. Mas é a sociedade, em sua pluralidade, que deve decidir os rumos que deseja seguir. A educação ambiental, o fortalecimento da governança participativa e a cooperação internacional são instrumentos centrais. É preciso fomentar práticas sustentáveis, restaurar ecossistemas degradados, proteger biomas ameaçados e valorizar formas de vida marginalizadas. Políticas públicas coerentes, aliadas a mudanças nos padrões de consumo e produção, são decisivas.

O Antropoceno nos convoca a uma nova consciência planetária. Os desafios são complexos e interconectados, exigindo respostas integradas. Não se trata apenas de conservar espécies ou paisagens, mas de reimaginar a nossa presença no mundo. O diálogo entre os diferentes campos do conhecimento (ciências naturais, sociais, humanas) é fundamental. A participação ativa da sociedade é igualmente crucial. Precisamos de uma ecologia da esperança, baseada em responsabilidade, solidariedade e compromisso com a vida. Ao reconhecermos os limites do planeta, reconhecemos também as possibilidades de transformação. Que este capítulo seja mais um convite ao engajamento coletivo em defesa da biodiversidade e da dignidade de todas as formas de vida, afinal, já dizia o ditado de um dos povos nativos americanos, *“nós não herdamos a Terra de nossos pais, tomamos emprestado de nossos filhos”*.

Agradecimentos

Agradeço sinceramente a Renata Picão, Gilmar Perbiche Neves e Maria da Graça Melão pela camaradagem ao longo dos anos em que compartilhamos o laboratório, assim como pela leitura atenta e crítica deste manuscrito. Sou também grato ao Instituto de Estudos Avançados e Estratégicos (IEAE) e aos organizadores do evento *“As Ciências diante do Antropoceno”*, em especial ao Professor Adilson Oliveira, e a Mariana Pezzo. Agradeço, ainda, o apoio contínuo por meio de auxílios à pesquisa e bolsas, incluindo Bolsas de Produtividade em Pesquisa, concedidos pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP).

Referências

ARCHIBALD, J. D. **Extinction and Radiation: How the Fall of Dinosaurs Led to the Rise of Mammals**. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2011.

BROOK, B. W.; SODHI, N. S.; BRADSHAW, C. J. Synergies among extinction drivers under global change. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 23, n. 8, p. 453–460, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tree.2008.03.011>.

CEBALLOS, G. *et al.* Accelerated modern human-induced species losses: Entering the sixth mass extinction. **Science Advances**, v. 1, n. 5, e1400253, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1126/sciadv.1400253>.

COSTANZA, R. *et al.* The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, v. 387, p. 253–260, 1997. DOI: <https://doi.org/10.1038/387253a0>.

CRUTZEN, Paul J. Geology of mankind. **Nature**, Londres, v. 415, p. 23, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1038/415023a>.

DESCY, J.-P.; DARCHAMBEAU, F.; SCHMID, M. (eds.). Lake Kivu: Limnology and biogeochemistry of a tropical great lake. Dordrecht: Springer, 2012. (**Aquatic Ecology Series**, v. 5). DOI: <https://doi.org/10.1007/978-94-007-4243-7>.

DIAZ, S. *et al.* Pervasive human-driven decline of life on Earth points to the need for transformative change. **Science**, v. 366, n. 6471, p. eaax3100, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.aax3100>.

FALKOWSKI, P. G. Evolution of the nitrogen cycle and its influence on the biological sequestration of CO₂ in the ocean. **Nature**, v. 387, p. 272–275, 1997. DOI: <https://doi.org/10.1038/387272a0>.

GILBERT, J. A.; QUINCE, C. The ecology of microbiota: from individuals to ecosystems. **Nature Reviews Microbiology**, v. 9, n. 10, p. 731–743, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1038/nrmicro2652>.

HALLAM, A.; WIGNALL, P. B. **Mass Extinctions and Their Aftermath**. Oxford: Oxford University Press, 1997.

HARDIN, G. The tragedy of the commons. **Science**, v. 162, n. 3859, p. 1243–1248, 1968. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.162.3859.1243>.

HARDISON, R. C. A brief history of hemoglobins: plant, animal, protist, and bacteria. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 93, n. 12, p. 5675–5679, 1996. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.93.12.5675>.

ISUMBISHO, M.; SARMENTO, H.; KANINGINI, B.; MICHA, J.-C.; DESCY, J.-P. Zooplankton of Lake Kivu, half a century after the Tanganyika sardine introduction. **Journal of Plankton Research**, Oxford, v. 28, n. 11, p. 971–989, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1093/plankt/fbl032>.

JOHNSON, M. T. J.; MUNGER, C.; WHELAN, C. J.; AGRAWAL, A. A. Evolution of life in urban environments. **Science**, v. 358, n. 6363, p. eaam8327, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.aam8327>.

LEVIN, S. A. Ecosystems and the biosphere as complex adaptive systems. **Ecosystems**, v. 1, n. 5, p. 431–436, 1998. DOI: <https://doi.org/10.1007/s100219900037>.

MACE, G. M. Whose conservation? **Science**, v. 345, n. 6204, p. 1558–1560, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1254704>.

MAZZEGA, M.; DEMAZIÈRE, C.; ZACCAÏ, E. Biodiversity and ecosystem services in crisis. **Environmental Science & Policy**, v. 113, p. 93–99, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2020.06.015>.

MARGALEF, R. **Ecologia**. Barcelona: Omega, 1980.

MARGULIS, L.; SAGAN, D. **Microcosmos: Four Billion Years of Microbial Evolution**. New York: University of California Press, 1997.

MCKINNEY, M. L.; LOCKWOOD, J. L. Biotic homogenization: a few winners replacing many losers in the next mass extinction. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 14, n. 11, p. 450–453, 1999. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(99\)01679-1](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(99)01679-1).

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and Human Well-being: Synthesis**. Washington, DC: Island Press, 2005.

MONTOYA, J. M.; PIMM, S. L.; SOLÉ, R. V. Ecological networks and their fragility. **Nature**, Londres, v. 442, p. 259–264, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1038/nature04927>.

PALUMBI, S. R. Humans as the world's greatest evolutionary force. **Science**, v. 293, n. 5536, p. 1786–1790, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.293.5536.1786>.

PIMM, S. L. *et al.* The biodiversity of species and their rates of extinction, distribution, and protection. **Science**, v. 344, n. 6187, p. 1246752, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1246752>.

RAUP, D. M.; SEPKOSKI, J. J. Mass extinctions in the marine fossil record. **Science**, v. 215, n. 4539, p. 1501–1503, 1982. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.215.4539.1501>.

REALE, D. *et al.* Integrating animal temperament within ecology and evolution. **Biological Reviews**, v. 82, n. 2, p. 291–318, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.2007.00010.x>.

ROSENBERG, E.; ZILBER-ROSENBERG, I. **The hologenome concept: human, animal and plant microbiota**. Springer, 2013.

SARMENTO, H.; ISUMBISHO, M.; DESCY, J.-P. Phytoplankton ecology of Lake Kivu (East Africa). **Journal of Plankton Research**, Oxford, v. 28, n. 9, p. 815–829, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1093/plankt/fbl017>.

SONG, H.; KEMP, D. B.; TIAN, L. *et al.* Thresholds of temperature change for mass extinctions. **Nature Communications**, v. 12, p. 4694, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41467-021-25019-2>.

STEFFEN, W. *et al.* Planetary boundaries: guiding human development on a changing planet. **Science**, v. 347, n. 6223, p. 1259855, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1259855>.

O ANTROPOCENO E O TORPORCENO

Stelio Marras

Universidade de São Paulo (USP)

Instituto de Estudos Brasileiros

Aqui não irei me debruçar sobre os achados das ciências naturais (incluindo aportes das ciências do clima, da biologia, da ecologia) sobre, por exemplo, o ritmo de perda de biodiversidade e seus decorrentes desastres já entre nós e que ainda virão. Isso já é feito com a devida competência e a devida propriedade por parte importante dos pesquisadores da área. Quero tentar contribuir para o tema fazendo considerações sobre os impactos dessa crescente erosão da biodiversidade em certo extrato de pensamento das ciências humanas, ciências do espírito, e a partir delas. É parte de um esforço para ligar, como em filosofia, reviravoltas físicas a reviravoltas metafísicas. A esse impacto epistemológico, causando mil reviravoltas, quero associar o impacto político. Daí oferecer aqui uma hipótese que trace correspondências entre o “acontecimento Antropoceno”¹ e isso que passei a nomear como “Torporceno”, época do entorpecimento e da pós-verdade. Torpor é quase anagrama de antropo, e quando esse nome me veio à mente, como numa tirada jocosa, confesso que não consegui mais evitá-lo. Situo o Torporceno como a pior resposta ao Antropoceno, sobretudo porque ele está à montante de toda sorte de negacionismos — tanto da natureza quanto da política, negacionismos que se combinam e se nutrem reciprocamente.

É como cientista de humanidades que meu trabalho busca deitar foco nas profundas transformações — algumas já em curso, outras embrionárias e outras ainda por vir — no modo como abordamos essas questões climáticas, ecológicas, ambientais. O ponto é que a emergência delas implica a desestabilização dos nossos mais profundos e arraiga-

1. Falo em acontecimento Antropoceno (como no livro assim intitulado dos historiadores da ciência Bonneuil & Fressoz, 2024) para diferenciar da época geológica do Antropoceno, esta ainda em discussão pela subcomissão de Estratigrafia do Quaternário, integrante da Sociedade Internacional de Geologia, que ainda não chancela a passagem geológica do Holoceno para o Antropoceno. Mas claro que ninguém ali duvida da ação antrópica na mudança veloz e em escala da composição atmosférica, ação antrópica decisiva nos danos à biodiversidade, na poluição planetária generalizada, na rápida escassez de recursos hídricos e em toda sorte de degeneração ecológica e ambiental em que vivemos.

dos hábitos mentais e nossas práticas — aí confluindo novas exigências naturais e sociais, ecológicas e econômicas, epistemológicas e ontológicas, climáticas e políticas, **de modo a reconhecermos que mudanças no clima atmosférico induzem mudanças no clima político**. Segue que tanto a unidade de análise das ciências naturais quanto a das ciências humanas são doravante convocadas a experimentar a figuração do composto, ontologias de humanos e de não humanos, variando conforme se relacionam. Não o puro social aqui e o puro ambiental ali, como fossem separações já dadas (e não níveis estratégicos e com ontologizações não menos estratégicas - Marras, 2021), mas sim apostar na produtividade da abordagem socioambiental quando o social e o ambiental, humano e mundo se apresentam altamente sensíveis um ao outro — isto que se descortina a olhos vistos. Essa passagem de termos opostos para termos compostos implica outra base metafísica que reorienta nossas teorias e práticas, nossos entendimentos e encaminhamentos. Abrir tal passagem não é algo evidente e nem tranquilo, inclusive porque desestabiliza posições e hierarquias, *status quo* e privilégios, sensibilidades e entendimentos, utopias. E enfrenta reações (reacionárias inclusive, ou sobretudo delas) com que temos agora que lidar — agora e, creio, por muito tempo ainda.

Neste momento, devo logo fazer uma ressalva importante: dizer do social reunido ao ambiental (o socioambiental) não é proibir, contudo, de se pensar e praticar (numa purificação metodológica estratégica e provisória, com alcances e limites delimitados) o social aqui e o ambiental ali. Já fui mais amigo dessa crítica (ainda vastamente predominante nas humanidades contemporâneas), que recusa peremptoriamente, assim sem mais, os recursos do dualismo tipicamente moderno, natureza/sociedade, como se ele só trabalhasse para o pior e fosse sempre condenável. Uma recusa assim em bloco, totalizante, desse recurso baseado na distinção moderna entre natural e social é, conforme eu entendo hoje, um modo de despotencializar a ação dos modernos, de fazer terra arrasada de nossa imaginação, e assim nos entregar de mão beijada, na bandeja, para a extrema-direita, que segue lançando seus tentáculos no Brasil e no mundo. Esta inflexão que eu mesmo fiz — da condenação total ao esforço agora por saber triar a herança do referido dualismo —, ela é resposta ao entorpecimento político que nos assola. Ela é um modo de situar o conhecimento. Não bem o conhecimento já situado, mas o que saiba

se situar” a cada vez, diante de cada problemática particular, com exigências próprias².

A ascensão conjunta dos negacionismos da política e do clima forma o concurso concreto de circunstâncias que a tarefa do pensamento não pode deixar de considerar — senão ela mesma arriscando-se inadvertidamente a integrar negacionismos, quietismos, indiferenças.

Atacar em bloco essa distinção natureza/sociedade se tornou uma espécie de mantra do bom senso intelectual. Porém, mesmo não sendo algo popular junto à boa inteligência, mesmo sendo arriscado e desconfortável enfrentar consensos, eu passei a defender que essa postura generalizadora contra o par natureza/sociedade faz de uma antropologia *dos* modernos uma antropologia *contra* os modernos, simplesmente. Ora, essa postura que condena um povo inteiro, assim indistintamente, acaba sendo um tiro no pé (ou um que sai pela culatra), porque pretende abrir mão integralmente, em vez de saber triar, de um recurso prático e intelectual decisivo para enfrentar negacionismos e reacionarismos que frequentemente desacreditam as ciências e as tomam como fossem, no dizer da direita radical, meras “narrativas” — portanto, arbitrariedades sem qualquer correspondência com o real.

Em artigo mais ou menos recente, pude argumentar sobre esse desafio de saber herdar o dualismo moderno natureza/sociedade (Marras, 2021). Para resumir o argumento, sugiro que natureza e sociedade, como também não humanos e humanos, objeto e sujeito, e tantos outros termos binários relegados ao ostracismo acadêmico, eles são artifícios metodológicos que podem ser altamente pró-civilizatórios — e afrontar as forças anti-civilizatórias hoje em curso. Esses termos binários não são, claro, ontologias já dadas, mas recurso intelectual que faz produzir novas ontologias. Se natureza e sociedade não são dados universais, eles também não se reduzem à pura construção social. São obtenções, resultados a cada vez de operações metodologicamente orientadas que, de tão automáticas, tais operações se tornam invisíveis, avessas à reflexão. Isso corresponde a dizer que ontologias são, antes, ontologizações. Ontologias têm uma ontogênese metodológica que as produzem. Cabe-nos sempre ligar existências a suas ontogêneses, ontologias às metodologias que as produzem.

2. Me refiro à distinção de Stengers (2013, p. 55) entre o ser já situado (“être situé”) e o ser que se situa (“se situer”).

Eu argumento, enfim, **que algo muito mais responsável é não tentar expulsar, mas disputar esse dualismo natureza/sociedade que afinal constitui os modernos.** Ele é um recurso central para nós porque nos dá inteligibilidade do real e, insisto, não trabalha sempre e apenas para a degradação civilizatória, para a erosão de ecossistemas e para o sufocamento de povos outros. Esse dualismo pode perfeitamente, como frequentemente acontece, fornecer compreensão e instruir práticas sobre o estado de coisas que vivemos. Pode mesmo combater os mais pavorosos negacionismos do clima e da política. É com essa distinção que podemos, por exemplo, afirmar mudanças climáticas antropogênicas, defender vacinas e assim por diante.

Feito esse apontamento que já considero incontornável, retomo o fio para dizer agora da constatação dramática de nosso tempo, essa de que o ambiente já não se deixa mais totalizar como cenário, como algo lá fora e passivo em relação às atividades industriais e do mercado massivo de consumo, estas tão dependentes de alto dispêndio de energia fóssil e de exploração da natureza — fontes, portanto, de poluição em escala e velocidade, como de erosão da biodiversidade. A crise ecológica, ambiental, climática não é um “momento ruim que vai passar”, alerta Stengers (2015), como também a crise política, esta cujos fundamentos, conforme defendo, em grande parte se ligam àquela. Traçar essas correspondências, privilegiando abordagens etnográficas, é passo de pesquisa que venho avançando.

O Antropoceno, como acontecimento, mostra claramente que nunca antes o dentro e o fora se mostraram tão vital e sensivelmente, mas também perigosamente, interdependentes. Não só vamos aprendendo a prestar mais atenção ao fato de que organismos e ambientes emergem como se pressupondo reciprocamente, mas, numa questão central para o tema da biodiversidade, os organismos, eles mesmos, se mostram ambientes uns para os outros, como bem notam a filósofa Déborah Danowski e o antropólogo Eduardo Viveiros de Castro: “o ambiente de cada organismo, e portanto de todos os organismos, são os demais organismos” (2014, p. 120). Esses autores aí se aproximam dos estudos pioneiros do etólogo Jakob von Uexküll, que por sua vez inspirou o filósofo Gilles Deleuze, como no exemplo do carrapato com o ruminante, este como ambiente daquele (Deleuze, 1994-5).

É com essa pressuposição recíproca entre organismos e ambientes, como ainda entre o biótico e abiótico, que podemos nos dar conta, agora e cada vez mais, de que animais e vegetais não vivem em matas, florestas, biomas, paisagens, nichos. Eles produzem essas paisagens, esses ambientes, esses nichos numa miríade de agentes que ganham ação e figuração à medida que se respondem entre si. Eles são fundamentais no que chamamos de serviços ecossistêmicos. Eles criam condições de habitabilidade para os parentes orgânicos de modo geral. Daí sermos levados a viradas no nosso entendimento, tal a compreensão de que a proteção não é de mão única. Ao protegermos esses que chamamos de não humanos orgânicos, eles, em troca, nos protegem. Daí mesmo a chance de nos conhecermos agora vulneráveis, vivendo as ruínas da habitabilidade (numa paráfrase que faço aqui de Anna Tsing (2019), antropóloga dos estudos multiespécies e do Antropoceno).

Encarar o Antropoceno e dar as costas ao Torporceno acumula muitas consequências. Entre elas, também a de os modernos nos revelarmos fazendo sociedade com não humanos. Ou que a “sociedade” “humana” (essas duas categorias nativas dos modernos) jamais se sustentou sem se associar a não humanos. Em decorrência, a noção de social é chamada a expandir-se para além do humano (Latour, 2012). Daí também, e já desde o início dos anos 1990, o filósofo Michel Serres, outro importante interlocutor de Latour, propõe um contrato natural com o mundo, como uma nova e urgente versão mítica e inaugural do nosso contrato social, este que, a despeito das suas várias versões, reafirma que o pacto é exclusivo dos humanos entre eles (Serres, 1990). E claro que tal inflexão põe também um problema jurídico. Não à toa que desde então vamos vendo o direito, não raro a duras penas, alcançar a natureza e se espalhar para rios, montanhas, animais, florestas, etc. É mais um sinal que dá métrica à generalizada desestabilização (não sem graves reações, insisto) de nossas mais fundas evidências. Para falar da antropologia, e considerando essa participação vital entre humanos e não humanos (isso que se torna absolutamente patente com as catástrofes climáticas, ecológicas, ambientais), já pude sugerir (Marras, 2019), com base em etnografias clássicas, que a própria noção de troca, que é fundamento da antropologia, também ela deve se derramar para esse mundo respondente. Eu me refiro, por exemplo, a trocas entre clima e espécies, o biótico e o abiótico se entre-constituindo. Ou seja, a alteridade não é só com outros humanos.

Reviravolta: seremos outros modernos quando agora diante de outros *outros* — outras identidades e alteridades, portanto. Estar à altura delas exige que os modernos cultivem e desenvolvam outra atenção à biodiversidade, outra atenção às dependências diretas e indiretas entre os seres e seus meios, esses seres-meios entre si. Os estudos multiespécies nos colocam justamente nesse nível estratégico de análise, o nível multiespécies, esse que se volta a descrever enredamentos não mais entre sujeitos sempre intencionais e objetos sempre mecânicos. As perigosas respostas ecossistêmicas do mundo não nos mostram outra coisa, senão que aquilo que era tomado como cenário passivo e previsível se torna protagonista ativo e imprevisível. Como compor politicamente, como fazer sociedade com esses não humanos que antes permaneciam fora da sociedade e da política, é desafio irrecusável para quem recusa a dessensibilização afetiva e cognitiva desta era do torpor campeando por todo canto do planeta.

Nos descobrirmos vitalmente emaranhados com não humanos orgânicos e inorgânicos coloca o imperativo das correspondências, do saber ir junto, andamento modulado e desacelerado de humanos e não humanos³. Os que negam os negacionismos passamos ao dever (nada trivial, mesmo entre os ecologicamente orientados) de recalibrar sensibilidade e inteligência para essas correspondências. É renovar atenção para se compreender melhor que aquilo que se passa numa espécie reverbera em outras. Por isso, a sociedade dos humanos entre eles nem sequer existiria sem a sociedade dos humanos com os não humanos.

Esse desafio de refazer contrato social, agora com o mundo dentro, vem se tornando cada vez menos estranho de se conceber e praticar — justamente quando o mundo vai se degradando em resposta às nossas ações. Daí que agir agora, atento a esses regimes respondentes, modulações, ressonâncias entre séries distintas (humanas com não humanas), nos constrange a desenvolver rituais de moderação, cuidado, precaução, pudor, cerimônia e muito pensamento consequencialista que nos instruem a cogitar, adiantar, imaginar toda ordem de respostas que nossas ações podem gerar. Daí também a pertinência dos temas, tanto acadêmicos como ativistas, da desaceleração e mesmo do

3. É todo o imperativo das *co-respondências*, este regime de atenção renovada às respostas mútuas entre humanos e não humanos. Marras, 2018.

decrescimento, esse incontornável afrontamento a evidências até então hegemonicamente incontestes, aquelas da modernização do mundo e dos povos. E daí, enfim, as reações reacionárias e entorpecidas por factoides ao impacto tamanho dessas mudanças radicais que o acontecimento Antropoceno pretende especificar.

A hipótese do Torpoceno é a de que há um grande investimento em obscurecer e envenenar a razão, enfeitiçamento do mais deletério, algo que é, sobretudo, ainda que não exclusivamente, capitaneado pela ultradireita (no Brasil e no mundo), e que busca a todo custo evitar que olhemos para o céu. É algo que busca ativamente não só desinformar, mas prover fartamente a população com todo tipo de confusão e mentira, inclusive valendo-se da linguagem da ciência para propagar pseudociência. Estamos em plena era da pós-verdade, capaz de infundir falsas controvérsias em relação, por exemplo, à realidade do aquecimento atmosférico e aos inúmeros desastres ecológicos e ambientais que já vivemos e que vão piorar — no que a erosão da biodiversidade figura como central nessa realidade de erosão das condições de habitabilidade das espécies.

Vivemos um tempo em que política e clima se esquentam mutuamente, simultaneamente, trocam calores e humores, se modulam. A pior orientação política que emana daí é essa busca por evitar, como consequência da ecologização do real, a descentralização do humano moderno (nós) do centro do mundo. É uma tentativa, ainda nessa hipótese do Torporceno como a pior resposta ao Antropoceno, de se reafirmar essa centralidade da espécie humana⁴. E tentativa também de reafirmar esse antropocentrismo por certa exegese da teologia cristã — como no Gênesis: o mundo, as coisas, os seres, incluindo a mulher, todos a serviço do homem, teologia antropocêntrica essa hoje tão em voga, como expressa pelo empreendedorismo abençoado. Ou ainda, no registro laico do antropocentrismo, é o esforço aí por reafirmar o humanismo (já no mau sentido do termo), o glorioso *homo faber*, o humano prometeico, isso que veio dar no que somos nós, o povo do desenvolvimento, do crescimento e do progresso. Ou “povo da mercadoria”, para falar com Davi Kopenawa (2015). Ou ainda “povo da Natureza”, para fa-

4. Isto que Donna Haraway (2018) chama de “excepcionalismo humano”. É o humano, sob figuração preponderantemente masculina, como espécie excepcional entre outras espécies, pois dotada de cultura, razão, linguagem, fé etc.

lar com Latour (2020) (e dizer “povo da Natureza” não é um elogio, mas o contrário: povo que se afirma explorando uma Natureza tornada una, muda, passiva, estúpida, simples *res extensa*, mera fonte de recursos.). Povo esse, enfim, das ações desmedidas, da super domesticação das espécies e do mundo, povo que se faz povo às expensas do mundo e de outras espécies. Ora, a essa nossa civilização, como “moinho de gastar gente” (conforme expressão de Darcy Ribeiro 2016, pp. 46-7, a partir do Pe. José de Anchieta), se soma agora o que podemos denominar, dessa nossa civilização no século XXI, como moinho de gastar mundo.

A essa altura, acho importante frisar que, se esse negacionismo é sobretudo reacionário, ele, contudo, também toma fileiras do progressismo (uma espécie de negacionismo de esquerda), quando esses distintos grupos se reúnem, numa aliança objetiva, a despeito de seus fundamentos e princípios subjetivos, na continuada promoção da emancipação e da liberdade dos humanos. Terrível promoção de uma espécie que implica despromover o planeta e toda sorte de não humanos — sem os quais, contudo, nós não passamos. Daí que contrariar esses fundamentos sagrados e consagrados, religiosos e seculares entre nós, seja um desafio imenso. Implica nos refazermos de cabo a rabo (nós, os modernos, os da sociedade industrial, da produção, do trabalho e do consumo). Implica, como para alguns autores, nos transfigurarmos de humanos a terranos (Danowski & Viveiros de Castro, 2014; Latour, 2017), como no mesmo ato transfigurar a natureza mecânica em Gaia animada. É quando nos damos conta de que, para se afirmar o humano (essa espécie tida como especial, aquela dotada de alma, seja de Deus ou da Cultura), era preciso afirmar a natureza inanimada. Por correspondência, mudar um termo implica necessariamente mudar o outro. Daí que Latour explora a distinção entre “Povo da Natureza” e “Povo de Gaia”, “humano” e “terrano” (Latour, 2020). Cada figuração do planeta pede seu povo. E claro que essa passagem de um a outro povo, um a outro modo de pertencer ao planeta, não se dá sem rugas, conflitos, mesmo guerras. Estamos em plena de “guerra de mundos”(Idem), esta disputa por modos de fazer existir o planeta — e nele existir.

Contrariar fundamentos humanistas e teológicos antropocêntricos exige, enfim, aceitar o vetor antropogênico das mudanças climáticas, que por sua vez exige outra, bem

outra marcha da civilização. Eis a razão porque é urgente fundar e fundamentar outras utopias em resposta às distopias crescentes de fim do mundo. Mas essa aceitação e esse refazimento não são fáceis de acontecer, não são de passagem evidente e nem tranquila (muito ao contrário!), inclusive porque impõe sensíveis deslocamentos de padrões comportamentais e de poder. É fazer correspondências entre mudanças climáticas e mudanças sociais, correspondências inéditas entre ecologia e economia, entre física e metafísica, entre cosmos e política. É, enfim, abrir mão daqueles sonhos de abundância infinita de uma natureza infinitamente pródiga. Para reverberar Stengers (2013, p.125), o desafio é o de “sonhar outros sonhos”. Tal se coaduna com a fala de Davi Kopenawa, segundo a qual “os brancos não sonham tão longe quanto nós”:

Dormem muito, mas só sonham com eles mesmos. Seu pensamento permanece obstruído e eles dormem como antas ou jabutis. Por isso não conseguem entender nossas palavras (Kopenawa, 2015, p. 306).

O “acontecimento Antropoceno” gera reações que negam as evidências científicas e empíricas do que Latour (2020) denomina de “Novo Regime Climático”, que por sua vez pede novos regimes políticos, mas de políticas com cosmos dentro, feitas com o mundo e não contra ele. Ainda na hipótese do Torporceno, digo que recusar fazer essas novas ligações socioecologicamente orientadas da política com o cosmos será um modo de se tentar manter nossos mais caros valores — também enraizados a seu modo na esquerda política —, aqueles da emancipação social e da liberdade em relação ao mundo e às coisas. Dar as costas a Gaia (essa figuração animada da natureza, inclusive perigosamente animada pelas catástrofes ambientais) é ainda tentar manter vigência do Antigo Regime climático, social, político, econômico, metafísico e suas utopias antropocêntricas. Na imaginação de fim do mundo, estamos antes em plena guerra de mundos.

De fato, é preciso muito investimento que entorpeça inteligência e sensibilidade para que, parafraseando Wittgenstein, não se veja o que já está diante de nossos olhos. O efeito do Torporceno é o de nos tornar inaptos para olhar o que se vê. É um fenômeno de obnubilação, de cegueira, de feitiçaria — no caso, para falar com Stengers e Pignarre (2005), fenômeno da feitiçaria capitalista e suas promessas que se afirmam contra

quaisquer outras. É essa disseminação calculada do torpor que concorre para evitar, por exemplo, que encaremos a biodiversidade em ruínas. O torpor é a ativação de uma dessensibilização coletiva — no que a comunicação digital, por sua escala e velocidade, presta papel decisivo. Só para citar uma formulação cabal dessa feitiçaria tão ruim e danosa, lembro aquela já famosa e paradoxal frase do crítico cultural Mark Fisher (depois muito repetida e incrementada), segundo a qual “é mais fácil imaginar o fim do mundo do que o fim do capitalismo”.

Entre os males de nosso antropocentrismo (de base naturalista, humanista ou teológica), o especismo aí mesmo fundamentado trabalha contra a biodiversidade. Mas para aquelas e aqueles que se encorajam a resistir a esta época social do torpor, experimenta-se uma verdadeira reviravolta sobre o que é mesmo inteligência. É que já essa inflexão passa necessariamente por reconhecer que, para nós modernos, a inteligência era (mas ainda é, e muito acentuadamente para os defensores bem ou mal-intencionados do excepcionalismo humano) uma maneira de se emancipar dos constrangimentos da natureza e enfim gozar da plena liberdade desse mamífero superior (no registro naturalista e humanista), dessa espécie dotada de alma sagrada (no registro teológico que atravessa os grandes monoteísmos, senão em especial o judaico-cristão).

Creio que, pelo já exposto, agora podemos compreender melhor (sem com isso nos bastarmos em acusações e denúncias) que não seja casual que vigorem vivíssimos hoje, nessa era da morte, a agenda antiambiental mundo afora, negando ou respondendo da pior forma aos constrangimentos ecológicos e ambientais, bem como a agenda aí da liberdade, nesta sua retomada pela extrema-direita mundial. Eu me refiro a essa liberdade para agir, inclusive ou sobretudo, de acordo com as utopias tipicamente modernas (que se converteram em distopias para quem resiste ao Torporceno), elas que nos prometem vida emancipada e livre, orientada pelos ideais, verdadeiros imperativos do crescimento, desenvolvimento e progresso, mesmo ao custo de um mundo ecologicamente depauperado, cada vez mais marcado por déficits nas condições de habitabilidade. É como se fosse possível conviver com esses déficits alocando-os na rubrica das “externalidades negativas” que a economia *mainstream* costuma, sem mais, incluir na sua contabilidade de custos e benefícios.

Ora, tais saídas pretendem “resolver” o problema quando é preciso, ao contrário, como em Donna Haraway (2023), saber *ficar com o problema*, tal como condição para um novo e urgente florescimento da imaginação e da inteligência que responda, com habilidade e responsabilidade (*response-ability*, neste neologismo de Haraway), a distopias e apocalipses de fim do mundo, tão, aliás, convenientes a pretensas “soluções” fáceis para problemas difíceis. A maneira de se evitar o problema é negá-lo. Para isso, negam as ciências que o diagnosticam, acusando-as de “globalistas”, “comunistas”, meras “narrativas” de esquerda. Essas acusações destituídas de evidências mínimas já são o sumo das estratégias de entorpecimento da população. Mantenha-se firme e rente às promessas e utopias da modernização para não ter que encarar a enorme tarefa de refazer concepções e práticas que instruem agora outras figurações para humano e mundo, outras relações entre esses termos.

E, contudo, o mundo segue vazando perigosamente das planilhas de economistas à direita e também à esquerda. Mundo transbordante, maior que suas partes, excessivo em respostas, incluindo as ameaçadoras, para o qual o povo do Torporceno deve ser sistematicamente dessensibilizado. Sim, o filósofo pragmatista William James (um dos mentores tanto de Stengers quanto de Latour) define a natureza como “o nome do excesso” (apud Latour, 2020, p. 13). Pois ignorar ativamente essa natureza já Gaia, nada mecânica e previsível, mais extensa e intensa do que qualquer catálogo terminante que se queira dela, é ignorar o próprio e movimentado mundo sublunar. É esforço por não aterrar (Latour, 2017). **Desde então, indivíduos e sociedades, enfeitiçados pela cegueira e pela dessensibilização do Torporceno, perdem presença real e, supondo viver neste mundo, no entanto já não estão entre nós.**

Cumpre, pois, trazê-los de volta. Mas não bem infundindo-lhes consciência a ferro e fogo, ou em nome de qualquer transcendência desligada do vivido, mas conquistando-os com outros encantamentos, tais os que se arvorem em renovada solidariedade com outros povos e outros mundos, tais os que reúnam práticas de justiça social e justiça ambiental, tais os que saibam não apenas apavorar pessoas e grupos com a degradação sistêmica e veloz dos ecossistemas, mas sobretudo sensibilizá-los, com razão e paixão, entendimentos e emoções, para a vida possível de se retomar a partir das

ruínas (Tsing, 2019). O jogo não está definitivamente jogado e ainda há tempo e por onde mudar-lhe o rumo. Do contrário, só nos restará sucumbir ao torpor. Só restará sonhar com mundos siderais, supralunares, como povoar Marte, ou sonhar com bunkers subterrâneos. Dessa terrificante perspectiva, talvez ainda veremos o céu e a terra, mas sem bem olhar o céu e a terra próprios desse planeta animado, respondente, altamente sensível às nossas ações e que se constitui conosco. Devemos reinventar a liberdade, agora com vínculos de orientação socioecológica.

Referências

BONNEUIL, Christophe; Fressoz, Jean-baptiste. **O acontecimento Antropoceno: a terra, a história e nós**. São Paulo: Editora da Unicamp, 2024.

DANOWSKI, Débora; Viveiros de Castro, Eduardo. **Há mundo por vir?: ensaio sobre os medos e os fins**. Florianópolis: Desterro; Cultura e Barbárie; Instituto Socioambiental, 2014.

DELEUZE, Gilles. **Entrevistas**. Entrevistadora: Claire Parnet. Paris: Canal franco-alemão de TV Arte, 1994-1995. (Tratado como documento audiovisual/entrevista).

HARAWAY, Donna. **Ficar com o problema: fazer parentes no chthluceno**. São Paulo: Editora N-1, 2023.

HARAWAY, Donna. **When species meet**. Minneapolis: University of Minnesota Press, 2008. (Posthumanities, v. 3).

KOPENAWA, Davi; Albert, Bruce. **A queda do céu: palavras de um xamã yanomami**. São Paulo: Companhia das Letras, 2015.

LATOUR, Bruno. **Diante de Gaia: oito conferências sobre a natureza no Antropoceno**. São Paulo: UBU Editora, 2020.

LATOUR, Bruno. **Où atterrir? Comment s'orienter en politique**. Paris: La Découverte, 2017.

LATOUR, Bruno. **Reagregando o social: uma introdução à teoria do Ator-Rede**. Salvador: Edefaba; Bauru: Edusc, 2012.

MARRAS, Stelio. A herança do dualismo modernista natureza-sociedade. **Revista de Filosofia Moderna e Contemporânea**, Brasília, v. 9, n. 3, p. 293-315, dez. 2021.

MARRAS, Stelio. Co-respondências: imperativos da produção tecnocientífica contemporânea. In: DOMINGUES, Ivan (org.). **Bioteχνologias e regulações: desafios contemporâneos**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2018.

MARRAS, Stelio. Troca e participação na era do fim: revisão de conceitos à força dos constrangimentos ecológicos-ambientais. In: DIAS, Susana; WIEDEMANN, Sebastian; AMORIM, Antonio Carlos Rodrigues de (org.). **Conexões Deleuze e cosmopolíticas e ecologias radicais e nova terra...** Campinas: ALB; FE/UNICAMP, 2019. p. 151-180.

RIBEIRO, Darcy. **O Brasil como problema**. São Paulo: Global, 2016.

SERRES, Michel. **O contrato natural**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1990.

STENGERS, Isabelle. **No tempo das catástrofes: resistir à barbárie que se aproxima**. São Paulo: Cosac & Naify, 2015.

STENGERS, Isabelle. **Une autre science est possible! Manifeste pour un ralentimento des sciences**. Paris: Les Empêcheurs de penser en rond/La Découverte, 2013.

STENGERS, Isabelle; Pignarre, Philippe. **La sorcellerie capitaliste: pratiques de désenvoûtement**. Paris: La Découverte, 2005.

TSING, Anna. **Viver nas ruínas: paisagens multiespécies no Antropoceno**. Brasília: IEB Mil Folhas, 2019.



VIDA E _____
ENERGIA _____

Esta seção traz ao debate interrelações cruciais entre formas de vida no planeta e fontes de energia que as sustentam, especialmente no contexto das mudanças provocadas pelo Antropoceno. Os autores examinam como a exploração e o consumo de energia, desde os combustíveis fósseis até as energias renováveis, impactam diretamente os ecossistemas e a vida em todas as suas formas. São discutidas as implicações das transições energéticas para a biodiversidade, a saúde humana e a sustentabilidade ambiental, além de se refletir sobre como as escolhas energéticas de hoje moldarão o futuro da vida na Terra. Os textos também abordam os desafios éticos e tecnológicos na busca por soluções energéticas que equilibrem as necessidades humanas com a preservação dos recursos naturais e dos sistemas vivos. _



*Sonia Maria Barros
de Oliveira (USP)*

Professora titular aposentada do Departamento de Geologia Sedimentar e Ambiental do Instituto de Geociências da USP (1975-2019). Atualmente trabalha como professora sênior do mesmo Departamento, onde leciona Geoquímica e Paleoclimatologia. Sua carreira científica foi direcionada principalmente para o estudo dos fenômenos geológicos que se dão na chamada “zona crítica” da Terra, isto é, na interface das esferas externas – biosfera, atmosfera, hidrosfera e a parte superficial da litosfera. Uma de suas principais linhas de pesquisa foi voltada para os processos de gênese e evolução de jazidas minerais de níquel, cobre, ferro, alumínio, ouro e outros metais, formadas nessa interface. Nos últimos anos, dedicou-se ao estudo de temas referentes à intervenção humana nos processos naturais. Essas questões relacionadas ao Antropoceno e às mudanças climáticas a têm levado a fazer palestras e participar de encontros com o objetivo mais amplo de divulgação científica.

Docente titular do Departamento de Química da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), com graduação, mestrado e doutorado em Química pela UFSCar. Cientista dedicado ao estudos de novos materiais especialmente para aplicações em eletroquímica como, por exemplo, dispositivos para energia limpa, sensores eletroquímicos e corrosão. Utiliza ferramentas modernas em trabalhos como a simulação computacional, análise multivariada, além de utilizar largamente séries temporais de imagens, isto é, filmando experimentos, para extrair informações quantitativas. Neste último caso, há estudos sobre formação e crescimento de pits, em tempo real, durante a corrosão, e a formação, crescimento e desprendimento de bolhas durante a eletrólise da água. Tem mais de 240 artigos publicados em revistas nacionais e internacionais. _____

*Ernesto Chaves Pereira
de Souza (UFSCar)*



BIOSFERA E ENERGIA: DA ORIGEM _____ DA VIDA AO ANTROPOCENO _____

Sonia Maria Barros de Oliveira
Universidade de São Paulo (USP)
Instituto de Geociências

1. Introdução

Atualmente, com poucas exceções, a energia usada pela vida na Terra deriva do Sol. No entanto, acredita-se que quando a vida se originou, há pelo menos 3,8 bilhões de anos, a situação era diferente. Provavelmente os organismos primitivos eram células procarióticas, semelhantes às atuais bactérias e arqueas, que aproveitavam os gradientes energéticos derivados de reações que se dão nas fendas do fundo oceânico e em outros ambientes hidrotermais, gerados essencialmente pela energia interna da Terra. O hidrogênio produzido em tais ambientes é usado, por exemplo, para reduzir o gás carbônico em metano (metabolismo quimioautótrofo). Outros organismos poderiam utilizar a luz solar como fonte de energia, e agentes como o hidrogênio ou o ácido sulfídrico como fontes de elétrons (metabolismo fotoautótrofo). Porém, esse processo só ocorria em ambientes redutores, sem produção de oxigênio (fotossíntese anoxigênica). A glicose então formada era processada por reações anaeróbicas, como a fermentação, para produção de energia. A desvantagem desse mecanismo é que ele depende de agentes redutores que estão em concentrações muito baixas na água do mar. A restrita disponibilidade de poder redutor e de moléculas contendo hidrogênio para formar matéria orgânica deve ter, portanto, limitado a produção de biomassa e a expansão da biosfera.

Não se sabe se os primeiros organismos já eram autótrofos. Se foram primordialmente heterótrofos, isto é, se se alimentavam de materiais orgânicos processados abioticamente na Terra primitiva, teriam muito cedo convivido com os organismos autótrofos, capazes de sintetizar seu próprio alimento e fornecer biomassa para o consumo heterótrofo. Langmuir e Broecker (2012) consideram que a emergência da autotrofia foi um passo

tão importante na evolução da vida na Terra que merece ser chamada de **“A primeira revolução energética da biosfera”**.

A segunda revolução energética da biosfera é representada pela emergência da fotossíntese oxigênica. Por meio desta, foi possível aproveitar com maior eficiência a energia solar, que pode ser capturada e estocada sob a forma de moléculas orgânicas. Esse novo mecanismo de autotrofia resultou do desenvolvimento da capacidade dos organismos de quebrar as moléculas de água, gerando uma fonte virtualmente infinita de hidrogênio e de poder redutor. Os organismos estariam, assim, liberados da necessidade das fontes de hidrogênio e elétrons, uma vez que a água é onipresente e suas fortes ligações químicas podem ser rompidas, e a luz solar é uma fonte inesgotável de energia. A fotossíntese oxigênica constituiu-se como a base da produção primária de biomassa, e permanece assim até hoje.

O oxigênio liberado pela fotossíntese oxigênica, inicialmente tóxico para os organismos primitivos, por meio de evolução adaptativa, passa a ser usado para a quebra da molécula de glicose por meio da respiração aeróbica. Essa é **A terceira revolução energética da biosfera**. Nesse processo, é liberada uma quantidade de energia muito maior do que na fermentação. A partir daí, a vida evolui, fazendo uso cada vez mais eficiente dessa fonte de energia.

O início da acumulação de oxigênio na atmosfera data de 2,5 bilhões de anos. A disponibilidade de oxigênio livre vai propiciar a evolução de organismos eucariontes, que usam organelas especializadas (mitocôndrias) para a respiração aeróbica. A evidência fóssil registra o aparecimento dos eucariontes há 1,8 bilhões de anos, e de estruturas multicelulares há 1,2 bilhões de anos. Os animais multicelulares (metazoários) originaram-se há cerca de 800 milhões de anos, constituindo atualmente a maior parte da biomassa marinha. Nos ecossistemas continentais, são as plantas vasculares, que evoluíram a partir do período Siluriano, há 430 milhões de anos, que contêm a grande parte da biomassa terrestre. Durante todo o Eon Fanerozóico, que data de 541 milhões de anos atrás ao momento presente, os animais, plantas e os componentes microbianos da biosfera têm produzido e reciclado os materiais necessários para a vida na Terra, sem que a produção e o consumo da biomassa tenham sido dominados por uma única espécie.

Isso vai mudar pela influência dos humanos que, além de se apropriarem de uma fração crescente dos produtos da fotossíntese (NPP: produção primária líquida), são muito ineficientes na reciclagem, como pode ser constatado pelo acúmulo de gás carbônico na atmosfera e de plástico em praticamente todos os ecossistemas (Williams *et al.* 2016).

2. A história humana e os padrões de uso de energia

Historiadores ambientais que estudam as relações entre meio ambiente e civilização propõem uma cronologia da história humana conforme os regimes de consumo de energia. Nesse contexto, são propostas três grandes subdivisões: a idade da energia solar, a idade dos combustíveis fósseis e a idade da energia renovável e nuclear (Vlacongianni & Valavanidis, 2013).

A idade da energia solar vem desde que os hominídeos descobriram e controlaram o fogo até a chamada agricultura pré-industrial (1750). O uso controlado do fogo pelos caçadores-coletores teria sido o passo fundamental na mudança da relação do homem com o ambiente. As evidências arqueológicas são muito controversas sobre as datas desse evento primordial, havendo até argumentos em favor de um uso regular do fogo por hominídeos há cerca de 1,6 milhões de anos. De qualquer forma, parece certo que, pelo menos desde o Paleolítico (250 mil a 100 mil anos antes do presente), o *Homo sapiens* dominava o fogo, e que talvez esse domínio tenha contribuído para a própria evolução humana. O fogo permite visibilidade à noite, maior segurança em relação aos predadores, facilita a produção e estocagem de comida, extermínio de microrganismos e insetos, etc. Foi, sem dúvida, um fator decisivo no desenvolvimento das sociedades humanas. Mas o **evento chave na modelação humana da produção e consumo da biomassa foi o cultivo das plantas** (trigo, cevada, etc.) e a domesticação dos animais (porcos, vacas, carneiros, etc.). É o início da cultura Neolítica, cujos vestígios podem ser encontrados em vários lugares da Terra, como o Crescente Fértil no Oriente Médio, a China, a Mesoamérica e o Leste dos Estados Unidos. Ocorre quando o gelo recua, e a temperatura da Terra sobe e torna-se mais estável, propiciando as condições para a sedentarização do homem, no início do Holoceno (≈ 10 mil anos antes do presente). Nessa época, a população da Terra é estimada em 8 a 10 milhões de habitantes.

Uma vez estabelecida, a agricultura podia sustentar uma população maior que a cultura da caça e coleta, além de liberar tempo para os humanos se ocuparem de outras atividades além da alimentação. Assim surgiram sociedades mais complexas, com maior número de indivíduos. No ano 1 A.D., estima-se em 200 milhões a população da Terra. Em 1340, a estimativa é de 370 milhões, número que decresceu em seguida devido às pragas e à fome. Com o aperfeiçoamento das técnicas agrícolas, como a irrigação, uso de fertilizantes, arado, etc., a produção de alimentos aumenta, e a população humana vai atingir seu primeiro bilhão em 1800. Mas, **até o século XVIII, a economia era uma economia essencialmente orgânica.** Comida, combustível, abrigo, energia para o movimento, roupa e quase toda necessidade da vida eram satisfeitas por plantas, animais, rios e ventos. A base energética da sociedade humana era a energia da biomassa, principalmente a queima de madeira para produção de calor.

A idade dos combustíveis fósseis começa com a revolução industrial na segunda metade do século XVIII, na Inglaterra. É marcada pelo uso do carvão, fonte de energia para os motores a vapor. Foram criadas novas máquinas, inicialmente na indústria têxtil, e em seguida na área dos transportes, como ferrovias e navios movidos a vapor.

No século XX, adiciona-se ao carvão, como fonte de energia fóssil, o petróleo e o gás natural, utilizados principalmente para a geração de eletricidade e abastecer motores de veículos a combustão. São combustíveis mais eficientes na produção de energia, menos poluentes que o carvão, e têm também aplicações muito diversificadas na indústria química. O consumo de energia fóssil cresceu dramaticamente ao longo do século XX, principalmente a partir de 1950. Atualmente, 85% do uso global de energia vem de combustíveis fósseis.

A idade da energia nuclear inicia-se em 1945, quando ocorreram as primeiras explosões nucleares. A energia elétrica de fonte nuclear foi gerada pela primeira vez em 1948, nos Estados Unidos, mas a primeira usina nuclear ligada à rede elétrica operou na União Soviética, em 1954. Nos Estados Unidos, a primeira usina comercial foi ligada à rede elétrica em 1957. Atualmente, a energia nuclear provê cerca de 6% do total da energia e 9% da energia elétrica mundial, havendo mais de 410 reatores em operação em cerca de 30 países. Apesar de ser considerada fonte limpa, não geradora de gases de efeito estufa, o

uso da energia nuclear levanta outros problemas relacionados ao custo, segurança operacional e disposição dos resíduos radioativos. Presentemente, dos 52 reatores que começaram a ser construídos no mundo desde 2017, 48 são projetos russos ou chineses. No final de 2024, havia 63 reatores nucleares em construção, dos quais três quartos em economias emergentes, metade na China. A China é atualmente o terceiro país com o maior número de reatores de energia nuclear do mundo, segundo a International Energy Agency.

As fontes de energia ditas renováveis ou limpas incluem ainda: a solar, a eólica, a hidráulica e os biocombustíveis. Estas estão no centro da chamada “transição para sistemas de energia menos intensivos em carbono e mais sustentáveis”. A capacidade de geração vem crescendo nos anos recentes, estimulada por políticas dirigidas e redução de custo, mas ainda não perfaz porcentagem significativa do total da energia global gerada (figura 1).

A disponibilidade de energia pelo uso dos combustíveis fósseis (produção primária fóssil), e os significativos avanços científicos e tecnológicos, levaram à modernização da agricultura e criação dos animais, aumentando o impacto humano tanto na produção como no consumo na biosfera. O maior deles deu-se no início do século XX, pela invenção do processo Haber-Bosch. Pela primeira vez na história humana foi possível fabricar nitrogênio solúvel a partir do nitrogênio atmosférico. Hoje, de cada dois átomos de nitrogênio na superfície da Terra, um é sintético. O nitrogênio sintético alimenta pelo menos 40% da população humana, e sustentou o crescimento populacional no século XX: a população passou de 1,65 bilhões de habitantes em 1900 a 6 bilhões no ano 2000. Durante o século XX, a NPP (produção primária líquida) dobrou de 13 para 25% do potencial da vegetação (Williams *et al.* 2016).

No período de 1850 a 1950, o consumo médio de energia per capita foi de 27,2 GJ/ano (22 – 40 GJ/ano), subindo a 61 GJ/ano (40 – 75 GJ/ano) no período de 1950 a 2020. Este é um dos elementos em que se baseia a proposta de estabelecer o Antropoceno como uma nova época geológica (Syvitski *et al.* 2020).

3. A tecnosfera e a biosfera no Antropoceno

O Antropoceno foi proposto informalmente no ano 2000, pelo químico atmosférico Paul Crutzen, durante um encontro científico do Programa Internacional Geosfera —

Biosfera. Segundo sua proposta, o Antropoceno representaria um novo tempo, marcado pelo profundo impacto da atividade humana no Sistema Terra, que teria modificado as condições relativamente estáveis reinantes no Holoceno, pelo menos desde a revolução industrial no século XVIII (Crutzen 2002). O amadurecimento da ideia levou à proposta de formalização do Antropoceno como uma nova época na escala do tempo geológico, com início na metade do século XX. Essa escolha deveu-se ao reconhecimento de que vários indicadores da interferência humana nos processos naturais intensificaram-se a partir dessa data, tais como, a mudança climática, a elevação do nível do mar, a aceleração da erosão e da sedimentação, a intensificação do uso dos materiais e da energia, com a consequente geração de resíduos e a transformação da biosfera. Esses indicadores do Sistema Terra estão associados a indicadores socioeconômicos em um fenômeno designado como **“A Grande Aceleração”** (Head *et al.* 2021). Apesar de a proposta de formalização do Antropoceno não ter sido aceita pela Comissão Internacional de Estratigrafia, o termo Antropoceno está consagrado na literatura científica e em outros domínios da cultura, e é utilizado amplamente para descrever, analisar e interpretar as transformações antrópicas do Sistema Terra (Zalasiewicz *et al.* 2024).

Na perspectiva do Antropoceno, a integração em larga escala entre humanos e tecnologia levou à emergência de uma nova esfera terrestre — a tecnosfera — que compreende tudo o que o homem produz e produziu, tais como: prédios, estradas, estruturas geradoras de energia, máquinas, bens de consumo, produtos agrícolas, etc. Estimativas preliminares sugerem que a massa da tecnosfera seja de aproximadamente 30 trilhões de toneladas, o que ajuda a suportar a biomassa humana, que é de cerca de 5 ordens de magnitude menor (0,3 bilhões de toneladas). A tecnosfera é altamente diversificada em sua estrutura, incluindo novos componentes inanimados, como novos minerais e outros materiais sintéticos, e uma parte viva composta de plantas cultivadas e animais domesticados, em intensa integração, portanto, com a biosfera (Zalasiewicz *et al.* 2017).

No Antropoceno, a própria biosfera apresenta sinais de um novo estágio evolutivo, consequente da profunda interação com a atividade humana. Esse novo estágio pode ser caracterizado por quatro parâmetros-chave: (1) homogeneização global da flora e da fauna; (2) mudança no balanço energético entre as espécies, trazido pela alta expropria-

ção da NPP e pelo uso da NPP fóssil por uma única espécie; (3) evolução das espécies dirigida pelo homem; (4) acoplamento biosfera-tecnosfera (Williams *et al.* 2015).

O primeiro grande impulso de homogeneização da fauna e flora na Terra ocorreu com as navegações dos séculos XV e XVI, e a globalização do século XX completou a tarefa. É um evento único na história da Terra, e reverte a direção da evolução comparativamente gradual da flora e fauna biogeograficamente distintas que vinha acontecendo desde a quebra da Pangea, há 200 milhões de anos. Antes da influência humana, os padrões de isolamento das espécies só eram rompidos quando massas continentais quebravam ou colidiam por eventos tectônicos, que ocorrem em escalas temporais de milhões de anos. “Neobiota” é o termo que se refere a essas espécies que mudaram sua distribuição biogeográfica original por influência humana. O próprio *Homo sapiens* pode ser considerado um neobiota. As espécies neobiotas resetam a trajetória da evolução nos ecossistemas, mudando, portanto, a história global da biosfera.

O *Homo sapiens* consome atualmente 25 a 40% da produção primária líquida (NPP) na Terra, quantidade que vem se acelerando desde 1950. Mais de 50% da superfície dos continentes foi modificada para fins agrícolas e outros usos, e cerca de 75% da plataforma continental é explorada pela pesca. A grande produção de biomassa está ligada à superfertilização dos solos com o nitrogênio reativo, dobrado pelo processo Haber-Bosch e pela transferência massiva de fosfatos da rocha para o solo. Tudo isso depende da intensificação do uso de combustíveis fósseis (NPP fóssil).

Desde a domesticação dos animais e o estabelecimento da agricultura, os humanos interferiram na evolução das espécies. A criação de animais e plantas constitui a mudança mais consciente da biosfera. Através de técnicas como cruzamentos, seleção preferencial e, mais recentemente, seleção assistida e tecnologias genéticas, os humanos adicionam à biosfera novos cultivares e novas variedades animais miscigenadas. A evolução dirigida já alterou significativamente a distribuição relativa dos genótipos de plantas modificadas pelos humanos no mundo. Com relação aos animais, a maior parte da biomassa da megafauna consiste principalmente em vacas, carneiros, cavalos, porcos e outros animais usados pelo homem.

Avanços na biologia sintética, tais como a manipulação e a criação de genomas, e a possível criação de células por meio de síntese biogeoquímica, são grandes novidades do Antropoceno. É um anúncio da possibilidade de fabricação de artefatos tecnológicos vivos entrarem na biosfera.

A crescente interdependência entre tecnosfera e biosfera se dá nos dois sentidos. Por exemplo, a tecnologia aumenta a sobrevida humana, e o crescimento da população é, por sua vez, um fator na descoberta de novas tecnologias.

4. Evolução do uso de materiais e energia no século XX. A grande inflexão no Antropoceno

No século XX, a população mundial quadruplicou, chegando a 6,1 bilhões de habitantes no ano 2000. A economia global, expressa pelo GDP (Gros Domestic Product — uma expressão da riqueza mundial produzida), cresceu mais de 20 vezes, e o uso global de materiais disparou. Um grupo de pesquisadores do Instituto de Ecologia Social dedicou-se a esse tema, fornecendo dados quantitativos sobre os fluxos de materiais através da economia global no período de 1900 a 2005 (Krausmann *et al.* 2009). Esses estudos foram estendidos no tempo até 2015 e, no escopo, incluindo além dos dados de uso dos recursos, também dados do destino dos resíduos (Krausmann *et al.* 2018).

Segundo esses autores, os materiais são classificados basicamente em quatro tipos: biomassa, combustíveis fósseis, minerais industriais e minérios metálicos, e materiais de construção. A biomassa inclui plantas para consumo humano, plantas para alimentação animal e extração de madeira. Combustíveis fósseis abarcam carvão, óleo, gás natural e turfa. Minerais industriais e minérios metálicos englobam 44 tipos de minérios em termos do conteúdo metálico (chumbo, zinco, cobre, prata, ouro, ferro, alumínio, etc.) e 33 tipos de minerais industriais. Materiais de construção compreendem areia, cascalho, plástico, material para produção de tijolo, vidro, concreto e asfalto.

Os resultados demonstram, no período de 1900 a 2005, extração crescente dos 4 tipos de materiais, sendo que os que mais cresceram foram os materiais de construção

(34 vezes) e os que menos cresceram foram os materiais derivados da biomassa (3,6 vezes). Contudo, durante a maior parte do século XX, a biomassa foi o mais significativo material extraído em termos de massa, e apenas em 1990 seu uso foi ultrapassado pelos materiais de construção. Isso significou **uma transição no tempo de uma economia orgânica, baseada em recursos renováveis, para uma economia mineral, baseada em recursos, em sua maioria, não renováveis.**

O crescimento do total da extração dos materiais foi mais modesto de 1900 a 1950 (7 a 15 Gton/ano) e intensificou-se a partir dessa data, passando de 15 a 59 Gton/ano de 1950 a 2005. Em 2015, atingiu 82 Gton/ano. Essa intensificação na extração dos materiais é uma das marcas características do Antropoceno, principalmente a partir de 1950, com a Grande Aceleração.

No período de 1900 a 2005, houve aumento da população (4,1 vezes), aumento da riqueza (rendimento per capita médio passou de US\$ 1260 a US\$ 7000) e aumento do tamanho físico da economia em termos do uso de materiais. A taxa metabólica, isto é, a quantidade de materiais usados *per capita* por ano, aumentou um pouco mais que o dobro. Porém, a intensidade dos materiais (definida como quantidade de material ou energia por unidade de GDP) declinou, significando um ganho de eficiência no uso destes. O declínio médio na intensidade da energia foi de 0,68% ao ano, e dos materiais, de 1% ao ano.

Ocorreu, portanto, progresso significativo na desmaterialização da economia, pois foi possível gerar mais riqueza com menor uso de recursos materiais e energéticos. Mas é importante notar que esses ganhos de eficiência (desacoplamento relativo) não se traduziram em redução no uso dos materiais e energia (desacoplamento absoluto). Tanto o total dos materiais, como o total do suprimento de energia fóssil, continuam a crescer, e após uma fase de relativa estabilização na taxa metabólica entre 1975 e 2000, esta acelerou de novo a partir de 2000. A aceleração do uso dos materiais *per capita* no século XXI é devida à aceleração do crescimento da China, Índia e América do Sul. Mas os chamados países industrializados ainda dominam o padrão global do uso dos materiais: 15% da população mundial é responsável por 1/3 do uso dos materiais.

Diversos problemas ambientais locais e globais que emergiram no século XX e intensificaram-se no século XXI estão direta ou indiretamente relacionados à intensificação do uso dos materiais. A expansão da extração da biomassa causa desflorestamento em larga escala, perda da biodiversidade, degradação dos solos, contaminação e depleção dos lençóis de água subterrânea. Atividades de mineração e processamento de minério comportam riscos de vazamento de resíduos tóxicos e geralmente implicam na degradação das paisagens. Os efeitos deletérios da queima de combustíveis fósseis são por demais conhecidos e, em parte, inevitáveis. A combustão de 500 Gt de matéria fóssil no século XX foi o grande causador do aumento de gás carbônico na atmosfera e da consequente mudança climática. Além disso, há outros efeitos ligados à poluição por outros gases e material particulado, relacionados à queima de combustíveis fósseis. Os efeitos ambientais da extração e uso de materiais de construção são mais indiretos, envolvendo, por exemplo, grande dispêndio de energia, impermeabilização dos solos, entre outros.

5. Fontes de energia e emissões de gás carbônico no Antropoceno

Os dados que serão discutidos a seguir provêm do Global Carbon Project, que é um projeto de pesquisa do Future Earth – Research, Innovation, Sustainability e o parceiro de pesquisa WCRP – World Climate Research Programme. As figuras são usadas com permissão do Global Carbon Project, sob licença do Creative Commons Attribution 4.0 International License.

A figura 1 representa o quadro geral do uso de energia no mundo, discriminado por fonte, no período de 1965 a 2022. Em todo esse período, o óleo é a fonte fóssil predominante, mostrando crescimento contínuo. Embora afetado por quedas pontuais (crises econômicas, geopolíticas, sanitárias, etc.), logo recupera-se ao passar das crises. O carvão vem em seguida, com crescimento sustentado, porém mais lento até o ano 2000, a partir de quando se acelera, devido à aceleração do crescimento da China, movido principalmente a esse combustível. O gás apresenta crescimento constante e parece ser menos afetado pelas crises. As fontes alternativas vêm crescendo consistentemente, mas ainda representam pouco na matriz energética global. **O Brasil é uma exceção nesse quadro.** O balanço energético nacional mostra oferta de energia em 2023 assim distribuída: 49,1% renovável e 50,9 % fóssil (35,1 % petróleo, 9,6% gás, 4,4% carvão).

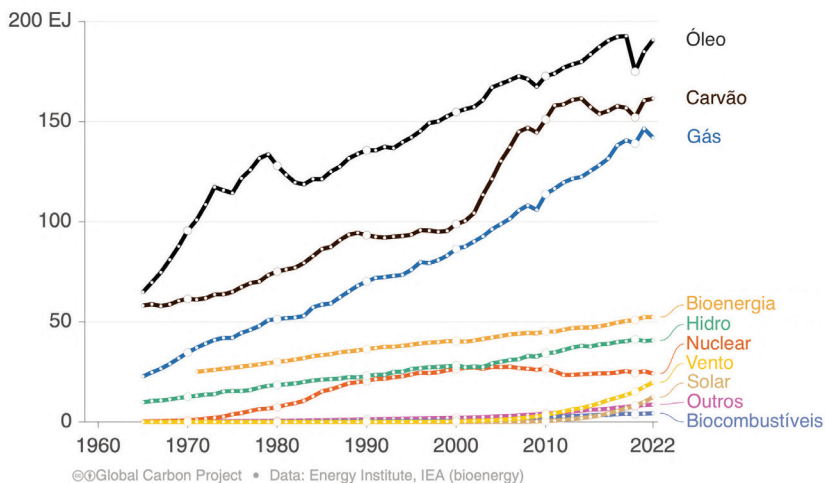


Figura 1 - Uso global de energia por fonte 1965 – 2022. Fonte: Global Carbon Project - Energy Institute, IEA (bioenergy)

A figura 2 mostra as emissões totais de gás carbônico por fonte de energia no período de 1850 a 2022. É notável o aumento expressivo das emissões a partir de 1950, refletindo o concomitante aumento do uso de energia, marcando o início da Grande Aceleração. A partir dessa data, muda também a composição das fontes de emissão de gás carbônico, que passam a provir predominantemente da queima de combustíveis fósseis. Apesar do uso do carvão ter se iniciado muito antes, até 1950 a principal fonte de emissão de gás carbônico era a chamada “mudança do uso da terra” (principalmente a queima de florestas).

Em 2024, as emissões pela queima do carvão constituíram 41% do total das emissões. O óleo correspondeu a 32%, e o gás a 21%. O carvão é o mais poluente dos combustíveis fósseis e tornou-se dominante como emissor de gás carbônico a partir do ano 2000, com o rápido desenvolvimento da China. **Em 2024, foi fechada, no Reino Unido, a última mina de carvão. Fato emblemático, o país que liderou a revolução industrial na base do carvão abandonou de vez esse combustível tão poluente.**

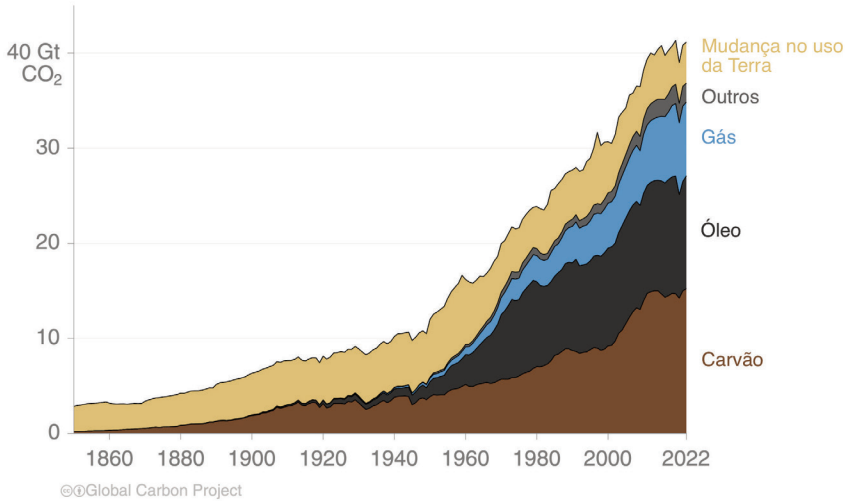


Figura 2 - Total global das emissões de CO₂ por fonte 1850 – 2023. Fonte: Global Carbon Project - Energy Institute, IEA (bioenergy)

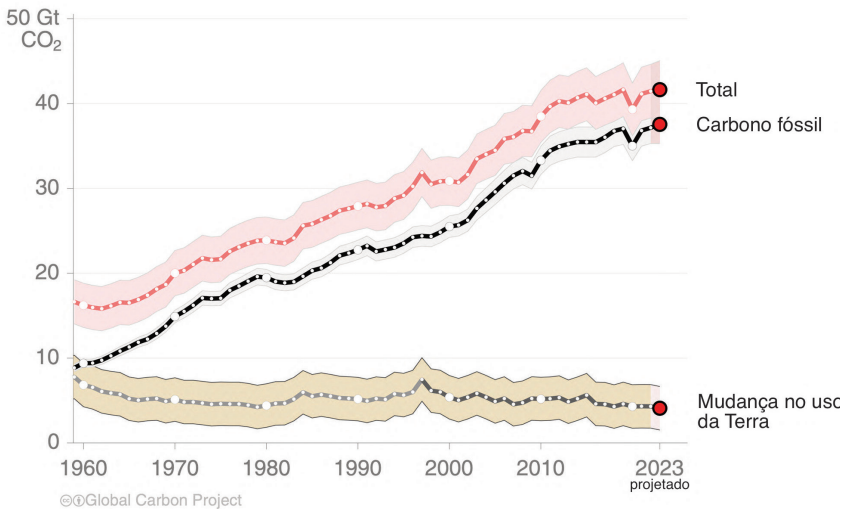


Figura 3 - Total global das emissões de CO₂: emissões por combustíveis fósseis versus emissões por mudança no uso da terra 1960 – 2023. Fonte: Global Carbon Project - Energy Institute, IEA (bioenergy)

Quando comparamos as emissões globais devidas aos combustíveis fósseis com aquelas devidas a mudanças no uso da terra, vemos que estas últimas são ligeiramente declinantes, sobretudo na última década. Isso faz com que, durante a década de 2014 a 2023, haja uma certa compensação, de modo que o total das emissões se situe num platô, o que contrasta com a década anterior de 2004 a 2013, que foi de intenso crescimento das emissões totais (2% ao ano). **É um progresso relativo, mas claramente insuficiente a respeito da questão das mudanças climáticas, pois não há sinal de um necessário, rápido e profundo decréscimo nas emissões.** Se o platô das emissões permanecer em valores dessa mesma ordem, os modelos desenvolvidos neste trabalho indicam que o limite de aquecimento de 1,5°C será ultrapassado em 6 anos, com 50% de probabilidade.

Há um forte contraste entre as emissões dos principais países emissores (figura 4). Nas economias maduras, as emissões vêm apresentando declínio consistente, principalmente a partir do ano 2000. Nos Estados Unidos (13% das emissões globais), há previsão de um decréscimo de 0,6% em 2024 com relação a 2023, e na União Europeia (7% das emissões globais), a previsão é de um decréscimo de 3,8%. Nas economias emergentes, por outro lado, as emissões são crescentes, principalmente na China (32% das emissões globais), e fortemente na Índia (8% das emissões globais).

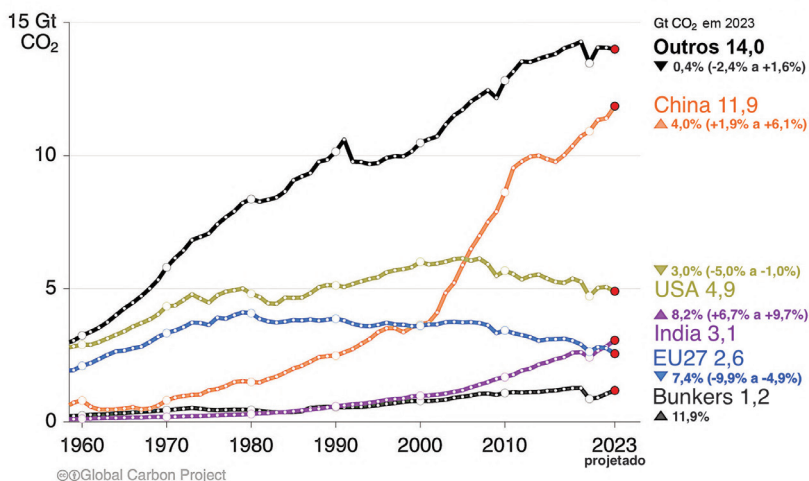


Figura 4 - Emissões de CO₂ pelos principais países emissores 1960 – 2023. Fonte: Global Carbon Project - Energy Institute, IEA (bioenergy)

A origem e o destino das emissões globais de gás carbônico para a década de 2014 a 2023 estão expressos no Balanço Global (figura 5). As fontes de emissão compreendem, de um lado, combustíveis fósseis e fabricação de cimento (90% em média) e, de outro, a mudança do uso da terra, que representa principalmente a queima de florestas (10% em média). Os sumidouros naturais de gás carbônico continentais e oceânicos, combinados, continuaram a absorver cerca de 50% do carbono antrópico emitido para a atmosfera, apesar de terem sido afetados negativamente pela mudança climática.

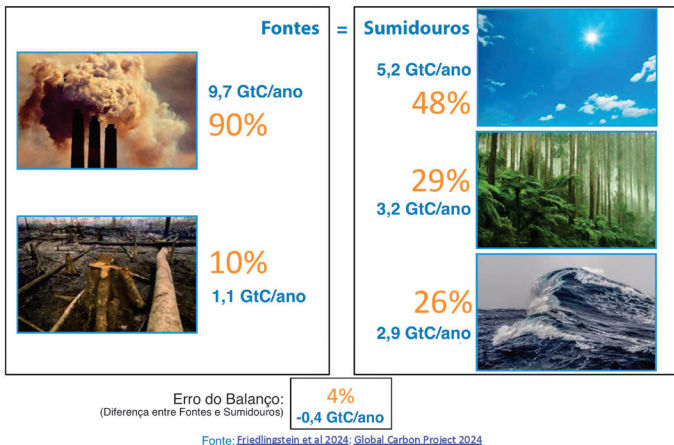


Figura 5 - Balanço global do carbono 2014 – 2023. Fonte: Global Carbon Project - Energy Institute, IEA (bioenergy)

Na década de 2014 a 2023, o oceano absorveu em média 26% do total das emissões de gás carbônico. As condições climáticas reduziram o sumidouro oceânico em cerca de 5,9% na década, provavelmente por alteração na circulação oceânica e na redução da solubilidade dos gases pelo aumento da temperatura. A absorção do gás carbônico pelos oceanos tem como consequência a acidificação das águas.

O sumidouro continental absorveu em média 29% no mesmo período. Na última década, as condições climáticas de temperaturas mais elevadas e menor precipitação reduziram o sumidouro continental em cerca de 27%.

O erro do balanço (total das emissões menos o crescimento estimado na atmosfera, continentes e oceano) é de 4%, o que reflete os limites do nosso entendimento do ciclo do carbono.

Em média, na década de 2014 a 2023, 48% do gás carbônico emitido foi para a atmosfera, elevando seu teor a 422,5 ppm em 2024, correspondendo a 52% acima do nível pré-industrial.

Durante o período de 1965 a 2022, ocorreu um expressivo aumento na atividade econômica global expressa pelo GDP, e também um aumento, embora mais moderado, no consumo de energia e na emissão de gás carbônico por fontes fósseis. Resulta daí a queda concomitante da intensidade da energia (Energia/GDP) e, mais recentemente, queda da intensidade do carbono, “gás carbônico/Energia” (figura 6). Isso significa que, **para produzir riqueza, se usa cada vez menos energia e, para produzir energia, se emite cada vez menos gás carbônico.** É o bem-vindo desacoplamento relativo entre crescimento econômico e uso de energia fóssil, longe, contudo, do desacoplamento absoluto, necessário para conter a mudança climática e suas previsíveis consequências.

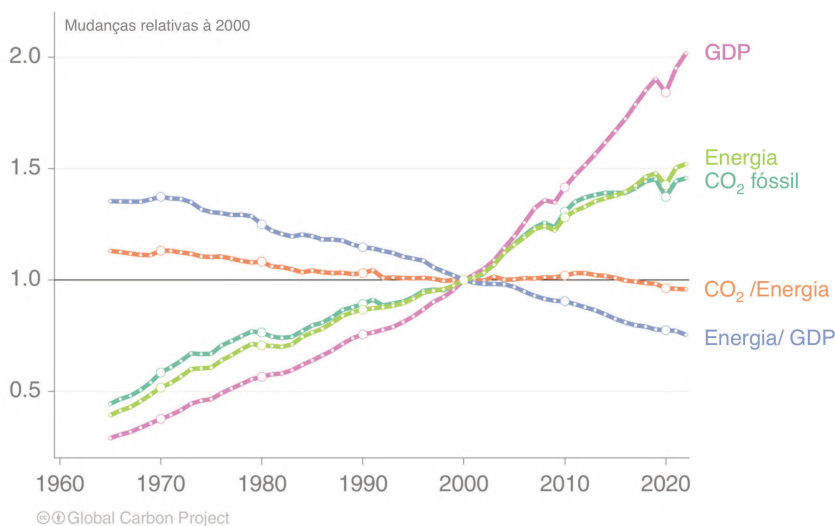


Figura 6 - Decomposição Kaya 1965 - 2022. Fonte: Global Carbon Project - Energy Institute, IEA (bioenergy)

6. Considerações finais

A relação entre vida e energia é marcada por uma crescente apropriação da energia solar pela biosfera, desde sua origem. A evolução da fotossíntese permitiu que a biosfera se espalhasse globalmente pelo planeta, tornando-se independente das fontes de energia interna da Terra, embora formas de vida quimiotróficas continuem a existir em escala reduzida.

O processo da fotossíntese permanece sendo a base da produção primária de biomassa na Terra até hoje. No século XX, os humanos, além de se apropriarem de importante fração dessa biomassa, consomem vastas quantidades de antiga energia solar materializada em biomassa soterrada como combustíveis fósseis.

Conforme o consenso da política climática, para que a temperatura da Terra tenha alguma chance de contenção, seria necessário cortar drasticamente as emissões dos gases de efeito estufa, substituindo os combustíveis fósseis por fontes de “energia limpa”. Seria uma nova transição energética que a humanidade faria, já tendo tido a experiência de ter feito a transição da madeira ao carvão, e do carvão aos hidrocarbonetos.

Contrapondo-se a essa visão dominante, o historiador da ciência Jean-Baptiste Fressoz argumenta em seu último livro de 2024, “More, More and More”, que isso é uma falácia, **pois nunca houve substituição das fontes de energia, mas contínua acumulação, sendo que cada nova fonte utilizada se alimenta das anteriores.** Dá vários exemplos, mostrando que o uso do carvão intensificou o uso da madeira, assim como o do óleo intensificou o uso do carvão. Assim, **a transição de combustíveis fósseis para energia verde seria um desafio sem precedentes.**

Mas, mais importante, ele mostra que há uma relação simbiótica entre energia e materiais. Por exemplo, no século XX, o consumo de óleo estimulou a demanda por carvão para fazer aço, carros, estradas, cimento, etc. Historicamente, esse efeito simbiótico teve precedência sobre os efeitos da substituição. O problema maior é que essas relações simbióticas também existem entre as tecnologias “verdes” e os combustíveis fósseis.

A descarbonização da matriz energética é, portanto, uma tarefa muito complexa. Descarbonizar a produção de eletricidade é a parte mais fácil, mas representa apenas 40% do global das emissões. É a produção de materiais como aço, cimento, plásticos, fertilizantes e alimentos que permanece a parte mais difícil. Mesmo em países líderes em descarbonização, a matriz energética é dominada pelos combustíveis fósseis: 75% no Reino Unido, 50% na Dinamarca, França e Noruega.

Na opinião de Fressoz, pensar em termos de transições de energia, projetando um passado que não existiu em um futuro nebuloso, é uma das razões pelas quais ações radicais a respeito do clima foram sendo adiadas. Questões mal colocadas dificultariam enxergar o verdadeiro desafio que o aquecimento global nos força a confrontar. Poderíamos viver com menos?

Agradecimentos

Agradeço ao Professor Fabio Ramos Dias de Andrade pela leitura atenta do texto e por seus valiosos comentários.

Referências

- Crutzen, P.J. Geology of mankind. **Nature**, v. 415, p.23, 2002.
- Fressoz, J-B. **More, More and More**. London: Allen Lane, 2024
- Head, M J *et al.* **The Great Acceleration is real and provides a quantitative basis for the proposed Anthropocene Series/Epoch**. *Episodes*, v. 45, n. 4, p. 359-376, 2021.
- Krausmann, F. *et al.* **Growth in global materials use, GDP and population during the 20th century**. *Ecological Economics* v. 68, n. 2, p. 2696-2705, 2009.
- Krausmann, F., Lauk, C., Haas, W., Wiedenhofer, D. From resource extraction to outflows of wastes and emissions: The socioeconomic metabolism of the global economy, 1900-2015. **Global Environmental Change**, v. 52, p. 131-140, 2018.
- Langmuir, C.H., Broecker, W. **How to build a habitable planet**. Revised and Expanded Edition. Princeton, New Jersey, Princeton University Press. 2012.
- Syvitski, J. *et al.* Extraordinary human energy consumption and resultant geological impacts beginning Around 1950 CE initiated the proposed Anthropocene Epoch. **Communications Earth & Environment** <https://doi.org/10.1038/s43247-020-00029-y>, 2020.
- Vlachongianni, T., Valavanidis, A. Energy and environmental impact of the biosphere energy flow, storage and conversion in human civilization. **American Journal of Educational Research**, v. 1, n. 3, p. 68-78, 2013.
- Williams, M. *et al.* The Anthropocene biosphere. **The Anthropocene Review**, v. 2, n. 3, p. 196-219, 2015.
- Williams, M. *et al.* The Anthropocene: a conspicuous stratigraphical signal of anthropogenic changes in production and consumption across the biosphere. **Earth's Future**, v. 4, p. 43-53, 2016.
- Zalaziewicz, J *et al.* What should Anthropocene mean ? **Nature**, v. 632, p. 980-984, 2024.
- Zalasiewicz, J. *et al.* Scale and diversity of the physical technosphere: A geological perspective. **The Anthropocene Review**, v. 41, p. 9-22, 2017.

TRANSIÇÃO ENERGÉTICA

Ernesto Chaves Pereira de Souza

Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)

Departamento de Química

Vivemos um momento crítico na história da humanidade. O modo como produzimos, consumimos e distribuímos energia está no centro de debates que envolvem não apenas o meio ambiente, mas também a economia global, as relações internacionais e a justiça social. Nesse cenário, a **transição energética** desponta como um dos maiores desafios — e, ao mesmo tempo, uma das maiores oportunidades — do século XXI.

Mas o que é, afinal, a transição energética? De maneira geral, o termo refere-se ao processo de substituição progressiva das fontes de energia tradicionais — notadamente os combustíveis fósseis como o petróleo, o carvão mineral e o gás natural — por **fontes renováveis**, como a energia solar, a eólica, a biomassa e outras tecnologias emergentes, incluindo a produção de hidrogênio verde.

Essa transição, no entanto, não é um simples ajuste técnico. Ela representa uma mudança estrutural na forma como a sociedade moderna organiza sua produção de bens, sua mobilidade, seus padrões de consumo e até mesmo suas relações geopolíticas. Historicamente, a humanidade já passou por outras grandes transições energéticas. A primeira delas ocorreu quando deixamos de depender exclusivamente da lenha, e da força muscular humana e animal, e passamos a utilizar o **carvão mineral** durante a Revolução Industrial, no século XVIII. Esse salto energético permitiu a mecanização da produção, o crescimento das cidades e o desenvolvimento de ferrovias e indústria pesada. No século XX, o carvão foi, gradualmente, substituído pelo **petróleo** e pelo **gás natural**, cuja densidade energética é maior e o manuseio e transporte são mais eficientes. Essa segunda transição permitiu o surgimento da sociedade de consumo de massa, das grandes metrópoles e da globalização da economia.

No entanto, diferentemente das anteriores, a transição energética que enfrentamos hoje **não é movida apenas pela busca de maior eficiência ou crescimento econômico.**

Ela é impulsionada, principalmente, pela necessidade de **evitar o colapso climático** causado pelo acúmulo de gases de efeito estufa na atmosfera. O dióxido de carbono (CO₂), principal gás relacionado ao uso de combustíveis fósseis, tem uma vida média longa na atmosfera, podendo durar séculos, e interfere no balanço energético do planeta, impedindo que parte da radiação infravermelha emitida pela Terra retorne ao espaço. O resultado é o já conhecido efeito estufa intensificado, que leva ao aquecimento global, à alteração de padrões climáticos e ao aumento da frequência e intensidade de eventos extremos, como secas, enchentes, furacões e incêndios florestais. Segundo o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2021), se quisermos limitar o aquecimento global a 1,5°C acima dos níveis pré-industriais — meta estabelecida no Acordo de Paris em 2015 (United Nation, 2015) —, será necessário reduzir em cerca de **50% as emissões globais de CO₂ até 2030**, e atingir emissões líquidas zero até 2050. Isso só será possível com uma mudança profunda na matriz energética global.

Contudo, a mudança na matriz não é o único desafio. Existe também a **questão da eficiência energética**, ou seja, como utilizar melhor a energia que já produzimos. Atualmente, uma parcela significativa da energia gerada no mundo é desperdiçada, seja por perdas nos sistemas de transmissão e distribuição, seja por ineficiência dos equipamentos e processos industriais, ou ainda por modelos de consumo insustentáveis. A eficiência energética é, portanto, uma frente estratégica e de baixo custo para acelerar a transição. Melhorar o desempenho dos edifícios, investir em transporte coletivo de alta capacidade, modernizar sistemas industriais e promover hábitos de consumo consciente são ações que podem ter impacto tão relevante quanto a própria mudança de fonte energética.

O setor de transportes, por exemplo, é um dos maiores consumidores de energia e um dos principais emissores de CO₂. Os automóveis com motor a combustão interna dominam as cidades e operam com eficiência energética extremamente baixa. Um motor típico converte apenas **cerca de 20% da energia química do combustível em movimento útil**. O restante se perde em forma de calor. Além disso, considerando que um carro médio pesa de 10 a 15 vezes mais que um ser humano, e que a maioria dos carros transporta apenas o motorista, a eficiência real de energia por passageiro é extrema-

mente baixa — em muitos casos, abaixo de 2%. Mesmo com a introdução de automóveis elétricos, que possuem motores com rendimento superior a 80%, ainda persistem desafios associados ao peso das baterias, à origem da eletricidade utilizada e à lógica de transporte individualizado. Substituir gasolina por eletricidade não resolve, por si só, o problema da mobilidade urbana ou da pegada de carbono do transporte.

É por isso que a transição energética precisa ser **sistêmica**. Não basta trocar tecnologias, é preciso repensar os modelos de desenvolvimento, mobilidade e urbanização. O desenho das cidades, por exemplo, influencia diretamente no padrão de consumo de energia: cidades compactas, com transporte público eficiente e infraestrutura cicloviária adequada, tendem a demandar muito menos energia do que metrópoles espalhadas e dependentes de automóveis particulares.

Outro aspecto essencial é o da justiça energética. Cerca de 770 milhões de pessoas no mundo ainda vivem sem acesso à eletricidade. Outras centenas de milhões têm acesso intermitente, caro ou de baixa qualidade. Em paralelo, países ricos e setores industriais consomem quantidades desproporcionais de energia. Estima-se que 10% da população mundial consuma quase 90% da energia disponível. Essa desigualdade não é apenas injusta, ela é também ineficiente do ponto de vista global. Uma transição energética verdadeiramente sustentável deve ser também inclusiva, garantindo acesso universal à energia limpa, confiável e a preços acessíveis.

Cabe destacar que, embora os desafios sejam globais, **as soluções devem considerar contextos regionais**. O Brasil, por exemplo, possui uma matriz elétrica relativamente limpa, com mais de 80% da eletricidade proveniente de fontes renováveis — principalmente hidrelétricas. No entanto, o setor de transportes e parte da indústria ainda são fortemente dependentes de combustíveis fósseis. Além disso, o país enfrenta dilemas específicos como o desmatamento vinculado à expansão da bioenergia, as desigualdades no acesso à energia em áreas rurais e o desafio de modernizar a infraestrutura elétrica nacional para integrar novas fontes distribuídas, como a energia solar fotovoltaica.

No centro da transição energética estão as **fontes renováveis**, que oferecem alternativas sustentáveis aos combustíveis fósseis, por serem abundantes, amplamente distribuídas

geograficamente e com impacto ambiental muito menor durante a operação. Dentre essas fontes, destacam-se a energia **solar fotovoltaica**, a **energia eólica**, a **biomassa**, a **energia geotérmica**, a **energia das marés** e, mais recentemente, o **hidrogênio verde**.

Fontes Renováveis e Tecnologias-Chave

A **energia solar fotovoltaica** é uma das tecnologias mais emblemáticas da transição energética. Seu princípio de funcionamento baseia-se no efeito fotovoltaico: quando a radiação solar incide sobre materiais semicondutores — geralmente o silício —, ocorre a liberação de elétrons, gerando uma corrente elétrica contínua. Os painéis solares são compostos por células fotovoltaicas interligadas e encapsuladas, capazes de converter a luz do sol diretamente em eletricidade. Trata-se de uma tecnologia modular, escalável e silenciosa, podendo ser utilizada tanto em pequenas residências como em usinas de grande porte (chamadas usinas solares ou fazendas solares).

A eficiência média dos painéis solares comerciais varia entre 15% e 22%, dependendo da tecnologia. Os módulos de silício monocristalino são os mais eficientes, seguidos pelos policristalinos e pelos filmes finos (thin-film). Nos últimos anos, o desenvolvimento de células solares de perovskita e multijunção têm demonstrado potencial para elevar significativamente os rendimentos laboratoriais. Em ambientes ideais, os rendimentos podem chegar a 40% em células multiunidas com materiais compostos — embora o custo ainda seja alto.

A energia solar apresenta inúmeras vantagens: a matéria-prima (luz solar) é gratuita, disponível na maioria das regiões do planeta e inesgotável em escala humana. Além disso, a instalação descentralizada de painéis — como nos telhados de residências, edifícios comerciais e instalações industriais — permite que os próprios consumidores se tornem produtores de energia, o que chamamos de geração distribuída. Essa descentralização é estratégica para reduzir perdas na transmissão, aliviar a carga das redes elétricas centrais e aumentar a resiliência energética. Contudo, existem limitações relevantes. O primeiro desafio é a **intermitência**: a energia só é produzida durante o dia e depende da incidência solar, que varia com o clima e a latitude. À noite e em dias nublados, a geração é

reduzida ou nula. Isso impõe a necessidade de **sistemas de armazenamento** ou fontes complementares que assegurem o fornecimento contínuo. Outro desafio é o **uso intensivo de materiais e recursos naturais** na fabricação dos painéis, incluindo metais críticos como prata, índio, gálio e telúrio. Isso levanta preocupações sobre a sustentabilidade do ciclo de vida completo dos sistemas solares, da extração ao descarte.

A **energia eólica**, por sua vez, aproveita a força dos ventos para gerar eletricidade por meio de aerogeradores. Quando o vento movimentar as pás da turbina, o rotor aciona um gerador que converte a energia mecânica em energia elétrica. A energia eólica é particularmente eficiente em regiões costeiras, planícies e áreas elevadas, onde a velocidade dos ventos é mais constante. No Brasil, os estados do Nordeste têm se destacado como líderes em geração eólica devido ao excelente regime de ventos. As turbinas modernas têm potências que variam de 1 a 12 megawatts (MW), podendo abastecer milhares de residências. A energia eólica tem se mostrado extremamente competitiva em termos de custo: em muitos países, já é mais barata que a geração a carvão e gás natural. Além disso, não consome água, não emite poluentes atmosféricos durante a operação e pode ser rapidamente instalada. Entretanto, assim como a energia solar, a geração eólica é intermitente e depende de fatores meteorológicos. Outro ponto crítico é o impacto ambiental e paisagístico. Embora não emitam poluentes, os aerogeradores podem afetar aves migratórias, gerar ruído em comunidades próximas e modificar visualmente áreas naturais ou rurais. Há também desafios de conexão com a rede, pois os ventos mais favoráveis muitas vezes estão em regiões afastadas dos centros consumidores, exigindo linhas de transmissão robustas.

Outra fonte de destaque na matriz energética renovável é a **biomassa**, termo que se refere à matéria orgânica utilizada como combustível para gerar calor ou eletricidade. A biomassa pode ser proveniente de resíduos agrícolas, florestais, industriais ou urbanos. Uma de suas grandes vantagens é a possibilidade de aproveitamento de resíduos que, de outra forma, seriam descartados ou queimados de maneira descontrolada. Além disso, a biomassa é considerada uma fonte renovável desde que manejada de forma sustentável, com replantio e controle da extração. No Brasil, destaca-se o uso do **bagaço da cana-de-açúcar** como fonte para cogeração de energia em usinas sucroalcooleiras.

Também são importantes os biocombustíveis líquidos, como o **etanol** (produzido principalmente a partir da cana) e o **biodiesel** (gerado a partir de óleos vegetais e gorduras animais). O uso desses combustíveis nos setores de transporte e indústria pode reduzir consideravelmente as emissões, especialmente se integrados com práticas agrícolas de baixo carbono.

A **energia geotérmica**, por outro lado, é gerada a partir do calor presente no interior da Terra. Esse calor pode ser acessado por meio de perfurações em áreas com atividade geológica intensa, como regiões vulcânicas ou com águas termais. Embora pouco explorada no Brasil, a energia geotérmica é amplamente utilizada em países como Islândia, Estados Unidos, Filipinas e Quênia. Sua grande vantagem é a **estabilidade na geração**, pois independe de variabilidades climáticas, sendo uma fonte despachável (ou seja, controlável sob demanda). No entanto, os custos iniciais de perfuração e os riscos geotécnicos ainda são obstáculos para sua expansão.

Outro recurso promissor, ainda em fase de desenvolvimento, é a **energia oceânica**, que pode ser extraída de diferentes formas: ondas, marés, correntes marinhas ou gradientes de temperatura entre camadas superficiais e profundas. A energia das marés (ou energia maremotriz) é a mais próxima de aplicação comercial, utilizando a diferença de nível entre maré alta e baixa para movimentar turbinas. O potencial energético dos oceanos é imenso, mas ainda enfrenta grandes desafios tecnológicos, de durabilidade dos equipamentos e de impacto ecológico sobre os ecossistemas marinhos.

Por fim, um dos vetores mais estratégicos da transição energética nos próximos anos é o **hidrogênio verde**. Trata-se de hidrogênio produzido por eletrólise da água utilizando eletricidade proveniente de fontes renováveis. O hidrogênio é um vetor energético muito versátil, podendo ser utilizado em células a combustível, como matéria-prima na indústria química (por exemplo, na produção de fertilizantes e metanol), como redutor em processos siderúrgicos e até como combustível para veículos pesados, navios e aviões. Atualmente, a maior parte do hidrogênio mundial é produzida a partir do gás natural por reforma a vapor, um processo que emite grandes volumes de CO₂ (hidrogênio “cinza”). A eletrólise com energia renovável elimina essas emissões diretas, originando o

chamado hidrogênio “verde”. Os desafios estão no **custo da eletricidade renovável**, no **rendimento das células eletrolíticas** e na necessidade de desenvolver **infraestrutura para transporte, armazenamento e distribuição segura** desse gás, que é altamente inflamável e exige alta compressão ou liquefação.

Dessa forma, embora cada fonte renovável tenha suas **limitações técnicas, econômicas e ambientais**, é justamente a combinação de diferentes tecnologias — aliada a soluções de armazenamento e digitalização do sistema elétrico — que permitirá construir uma matriz energética mais resiliente, limpa e equitativa.

Tecnologias de Armazenamento de Energia

À medida que fontes renováveis como a solar e a eólica ganham espaço na matriz energética global, torna-se evidente um dos maiores desafios técnicos dessa nova configuração: a **intermitência**. Como discutido anteriormente, a energia solar só está disponível durante o dia e é influenciada por fatores climáticos. A energia eólica, por sua vez, depende da intensidade e regularidade dos ventos, que podem variar ao longo das horas e das estações. Diante dessa variabilidade, o sistema elétrico precisa contar com soluções que garantam a **estabilidade e a confiabilidade no fornecimento de energia**.

É nesse contexto que entram os **sistemas de armazenamento de energia**, que funcionam como amortecedores entre a geração e o consumo. Eles permitem capturar o excedente de energia produzido em momentos de alta disponibilidade (como ao meio-dia, em dias ensolarados) e utilizá-lo quando a geração cai (à noite ou em períodos de calmaria dos ventos). O armazenamento de energia é, portanto, **essencial para garantir o equilíbrio entre oferta e demanda**, reduzir o uso de fontes fósseis em horários de pico, suavizar flutuações na rede e proporcionar maior autonomia energética.

Existem diversas tecnologias de armazenamento em desenvolvimento ou já comercializadas, que podem ser classificadas em diferentes categorias:

- **Armazenamento eletroquímico** (baterias, supercapacitores);
- **Armazenamento mecânico** (bombas hidráulicas reversíveis, volantes de inércia);

- **Armazenamento térmico** (sal fundido, materiais de mudança de fase);
- **Armazenamento químico** (produção de hidrogênio e metano a partir de eletricidade excedente).

Dentre todas essas, as tecnologias eletroquímicas se destacam por sua versatilidade, escalabilidade e ampla gama de aplicações, que vão desde dispositivos portáteis até sistemas estacionários de grande porte para redes elétricas.

Baterias: Fundamentos, Tipos e Aplicações

As baterias armazenam energia por meio de reações químicas reversíveis entre dois eletrodos (ânodo e cátodo) imersos em um eletrólito. Durante o carregamento, a energia elétrica é convertida em energia química, e no descarregamento, o processo é revertido, liberando energia elétrica para o circuito.

A tecnologia de **íons de lítio** domina atualmente o mercado de baterias, sendo amplamente utilizada em eletrônicos, veículos elétricos e sistemas de armazenamento estacionário. Essa tecnologia oferece alta densidade energética (em torno de 150-250 Wh/kg), boa eficiência (acima de 90%), longa vida útil (mais de 1000 ciclos) e desempenho confiável. Entretanto, o custo ainda é elevado, e há preocupações quanto à disponibilidade e extração ambientalmente danosa de matérias-primas como lítio, cobalto e níquel.

Diversas pesquisas estão em andamento para desenvolver **baterias alternativas** que superem essas limitações. Entre elas:

- **Baterias de íons de sódio (Na-ion):** utilizam sódio em vez de lítio, um elemento muito mais abundante e barato. Embora tenham menor densidade energética, são promissoras para aplicações estacionárias.
- **Baterias de estado sólido:** substituem o eletrólito líquido por um sólido, oferecendo maior segurança (sem risco de vazamento ou combustão) e potencial para densidades energéticas mais altas.

- **Baterias de fluxo redox:** em vez de armazenar a energia nos eletrodos sólidos, utilizam soluções líquidas contendo espécies redox em tanques externos. Isso permite separar a potência (definida pela célula) da capacidade (definida pelo volume do tanque), facilitando o dimensionamento para aplicações em grande escala. As baterias de vanádio-redox são as mais estudadas dessa classe.
- **Baterias metálico-ar (como zinco-ar e lítio-ar):** buscam aproveitar o oxigênio do ar como reagente catódico, aumentando significativamente a densidade energética. No entanto, ainda enfrentam sérios desafios de estabilidade e reversibilidade.

Supercapacitores: Carga Rápida e Alta Ciclagem

Os supercapacitores — também chamados de ultracapacitores — armazenam energia de maneira diferente das baterias. Em vez de reações químicas, eles utilizam a separação eletrostática de cargas em interfaces entre eletrodos e eletrólitos. Isso permite **carregamentos e descarregamentos ultrarrápidos**, com milhões de ciclos de vida útil e altíssima potência. A principal limitação dos supercapacitores é sua **baixa densidade energética** (geralmente entre 5-20 Wh/kg), o que os torna inadequados para aplicações onde o volume ou peso são limitantes. No entanto, eles são ideais para fornecer picos de potência, regenerar energia em frenagens (como em ônibus elétricos) ou estabilizar redes com variações rápidas de carga.

A combinação de baterias e supercapacitores em sistemas híbridos é uma estratégia promissora para unir os benefícios de ambos: alta energia com alta potência.

Células a Combustível: Produção e Conversão Eficiente de Hidrogênio

As **células a combustível** representam outra frente tecnológica no armazenamento e conversão de energia, especialmente quando integradas a sistemas de **produção e uso de hidrogênio verde**. Nessas células, o hidrogênio reage com o oxigênio do ar em um processo eletroquímico que gera eletricidade, calor e água como subproduto. As células a combustível não são dispositivos de armazenamento no sentido tradicional, mas fa-

zem parte de um sistema em que a energia renovável é usada para produzir hidrogênio por eletrólise (armazenamento químico), e este é depois reconvertido em eletricidade quando necessário.

As principais tecnologias de células a combustível incluem:

- **PEMFC (Proton Exchange Membrane Fuel Cell):** utilizam uma membrana polimérica como eletrólito, funcionam a temperaturas moderadas (60-80°C) e são ideais para mobilidade, veículos e aplicações estacionárias de pequeno porte.
- **SOFC (Solid Oxide Fuel Cell):** operam a altas temperaturas (700-1000°C), com alta eficiência e flexibilidade quanto ao tipo de combustível (hidrogênio, metano, biogás). São adequadas para cogeração de energia e calor em edifícios ou indústrias.
- **AFC (Alkaline Fuel Cell) e outras:** tecnologias mais antigas, com uso histórico na NASA, mas com limitações operacionais.

O desafio das células a combustível está em sua durabilidade, custo de materiais catalíticos (como a platina) e a infraestrutura necessária para o hidrogênio, ainda escassa em muitos países.

Aplicações e Integração com a Rede Elétrica

Os sistemas de armazenamento eletroquímico são utilizados em diversas escalas:

- **Residencial:** baterias solares domésticas armazenam o excedente da geração fotovoltaica e garantem autonomia durante apagões ou à noite.
- **Industrial:** empresas utilizam baterias para reduzir a demanda em horários de pico, evitando tarifas altas.
- **Serviços públicos:** concessionárias integram grandes bancos de baterias à rede para controlar frequência, estabilizar tensão e armazenar energia em usinas híbridas.
- **Mobilidade elétrica:** baterias são o coração de veículos elétricos, enquanto supercapacitores ajudam em aceleração e frenagem regenerativa.

A digitalização do setor elétrico, com sensores, softwares de gerenciamento e redes inteligentes (smart grids), permite otimizar o uso do armazenamento, monitorar o desempenho e antecipar falhas, elevando a confiabilidade e a flexibilidade dos sistemas de energia.

O Papel da Governança e da Justiça Social

A transição energética não será bem-sucedida apenas com inovação tecnológica. Ainda que tenhamos à disposição uma gama crescente de fontes renováveis, sistemas de armazenamento avançados, veículos elétricos e redes inteligentes, nada disso terá **impacto real sem uma governança adequada**. Em outras palavras, a tecnologia precisa de direção, coordenação e vontade política para que os benefícios cheguem à sociedade de forma equitativa e eficaz.

Um dos primeiros passos fundamentais é o **planejamento energético de longo prazo**, baseado em diagnósticos técnicos, projeções de demanda, cenários climáticos e objetivos sociais. Isso implica estabelecer **marcos regulatórios estáveis**, metas de descarbonização claras e mecanismos de incentivo à inovação, à produção local e à geração descentralizada.

No plano internacional, diferentes países adotaram abordagens variadas para fomentar sua transição energética. A Alemanha, por exemplo, instituiu a “Energiewende”, um conjunto de políticas ambiciosas voltadas à redução das emissões e ao fim da energia nuclear, apostando fortemente nas fontes solar e eólica. Já a China, tradicionalmente dependente do carvão, tornou-se a maior produtora e instaladora de painéis solares e turbinas eólicas do mundo, simultaneamente investindo pesadamente em veículos elétricos e na cadeia do lítio. Por sua vez, a Noruega utiliza sua matriz quase 100% hidrelétrica para eletrificar praticamente toda sua frota de veículos novos, graças a incentivos fiscais e subsídios direcionados.

No Brasil, temos uma situação peculiar: possuímos uma matriz elétrica já bastante renovável, com destaque para as hidrelétricas, que respondem por cerca de 60% da geração,

além de potencial abundante em energia solar, eólica e biomassa. No entanto, ainda dependemos fortemente de combustíveis fósseis no setor de transportes e em parte da indústria. A infraestrutura de gás natural está em expansão, e o uso de petróleo ainda predomina nos modais rodoviário e aéreo.

Uma política nacional robusta de transição energética exige **ações articuladas em várias frentes**:

1. **Reforma do setor elétrico**: tornar o sistema mais transparente, eficiente e compatível com fontes distribuídas e variáveis. Isso inclui revisar as regras de tarifação, permitir a geração compartilhada e modernizar a regulação para redes inteligentes.
2. **Estímulo à industrialização verde**: desenvolver cadeias produtivas nacionais de equipamentos renováveis, baterias, eletrolisadores, veículos elétricos e sistemas de monitoramento. Tal medida resultaria na geração de empregos, redução da dependência externa e aumento da resiliência econômica.
3. **Incentivo à pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I)**: financiar universidades, centros de pesquisa e startups, para acelerar descobertas em materiais, dispositivos e modelos de negócios sustentáveis. A ciência e a tecnologia devem ser vistas como investimentos estratégicos, e não como custos.
4. **Educação e formação profissional: a transição energética exigirá novas competências técnicas em**: eletrônica de potência, química de materiais, engenharia ambiental, análise de dados e políticas públicas. É urgente criar programas de capacitação que preparem a força de trabalho para essa nova economia.
5. **Políticas fiscais e financeiras inclusivas**: conceder crédito acessível a pequenos produtores de energia, cooperativas, agricultores familiares e microempresários. A democratização do acesso aos benefícios da transição passa por mecanismos de financiamento inovadores, como fundos garantidores, tarifas feed-in e mercado voluntário de carbono.
6. **Justiça energética e inclusão social**: garantir que comunidades vulneráveis, assentamentos rurais e populações tradicionais não sejam deixadas para trás. Isso

pode ser feito por meio de programas como “Luz para Todos”, requalificados para incorporar energia solar, baterias e soluções locais de gestão comunitária.

É importante lembrar que a **transição energética não é neutra do ponto de vista social e político**. Ela envolve mudanças na estrutura produtiva, deslocamento de interesses econômicos consolidados e redistribuição de poder. Grandes empresas de petróleo, gás e mineração muitas vezes resistem a mudanças profundas, pois esses processos implicam na redução de lucros ou adaptação de modelos de negócio (o que também pode ser custoso). É necessário que os governos tenham firmeza para enfrentar lobbies e priorizar o bem coletivo.

Para além, a transição energética deve ser conduzida de maneira **justa e planejada**, evitando repetir erros do passado. Por exemplo, o fechamento abrupto de minas de carvão sem alternativas de emprego para os trabalhadores pode gerar crises e revoltas sociais graves. O conceito de “**transição justa**”, promovido pela Organização Internacional do Trabalho (OIT), destaca a necessidade de proteger os empregos, promover o diálogo social e assegurar segurança econômica para os mais afetados.

Outro ponto crucial é o **papel das cidades** na transição energética. Mais de 55% da população mundial vive em áreas urbanas, e esse número deve chegar a 70% até o ano de 2050. As cidades concentram o consumo de energia, a emissão de poluentes e as inovações tecnológicas. Portanto, **planejamento urbano inteligente** — com mobilidade sustentável, edificações eficientes, gestão de resíduos e energia renovável descentralizada — é uma ferramenta poderosa para acelerar a transição.

Por fim, é fundamental envolver, de maneira ampla e ininterrupta, a sociedade. A transição energética precisa ser também uma **transição cultural**, que transforme hábitos de consumo, a relação com os recursos naturais e o senso coletivo de responsabilidade. Campanhas de informação, participação cidadã, transparência nas decisões e educação ambiental são ingredientes indispensáveis para consolidar uma nova cultura energética.

A boa notícia é que **todos os elementos técnicos já estão disponíveis** ou em rápido desenvolvimento: sabemos como produzir energia limpa, como armazená-la, como dis-

tribuí-la com inteligência e como integrá-la com novas formas de mobilidade, habitação e produção. O que falta é **a coragem coletiva de agir agora**, antes que os impactos das mudanças climáticas se tornem irreversíveis e que as desigualdades sociais se agravem. Adiar a transição energética significa perder oportunidades de crescimento econômico, inovação tecnológica e melhora do bem-estar social. Significa arcar com custos crescentes de desastres naturais, crises hídricas, insegurança alimentar e migrações forçadas. Por outro lado, liderar essa transformação representa posicionar-se na vanguarda de um novo paradigma de desenvolvimento: mais limpo, mais justo e mais inteligente.

Neste momento histórico, temos uma escolha. E essa escolha começa com cada decisão pública e privada, com cada política que prioriza a sustentabilidade, com cada pesquisa que busca soluções reais, com cada cidadão que exige mudanças. O futuro da energia — e o futuro da humanidade — depende do que fazemos agora.

Referências

IPCC. **Climate Change 2021: The Physical Science Basis**. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, 2021.

United Nations. **The Paris Agreement**. 2015. Disponível em: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/parisagreement_publication.pdf

IEA. **World Energy Outlook 2023**. Paris: IEA, 2023.

IRENA. **Geopolitics of the Energy Transformation: The Hydrogen Factor**. Abu Dhabi: IRENA, 2022.

Goodenough, J. B. *et al.* Lithium-Ion Batteries: Present and Future. **Nature Energy**, v. 2, p. 170-179, 2017.

Dunn, B. *et al.* Electrical Energy Storage for the Grid: A Battery of Choices. **Science**, v. 334, p. 928-935, 2011.

OIT. **Guidelines for a Just Transition**. Genebra: OIT, 2015.

Sovacool, B. K. **Energy Poverty: Global Challenges and Local Solutions**. Oxford: OUP, 2013.

EPE. **Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2023**. Rio de Janeiro: EPE, 2023.

Tolmasquim, M. T. **Renewable Energy in Brazil: Current Status and Future Potential**. Springer, 2020.



URBANIZAÇÃO PLANETÁRIA, _____
ECOLOGIAS _____
E DESIGUALDADES _____

Esta seção aborda as profundas transformações ambientais e sociais geradas pela expansão urbana em escala global. Os textos refletem sobre como o crescimento das cidades e a urbanização desenfreada estão reconfigurando ecologias inteiras, resultando em novas formas de desigualdade e pressão sobre os recursos naturais. Abordam ainda os impactos da urbanização nas relações entre seres humanos, não-humanos e o meio ambiente, incluindo a fragmentação de habitats, a poluição e a vulnerabilidade das populações mais pobres às crises ecológicas. Por fim, são apresentadas políticas públicas que busquem mitigar essas desigualdades e promover uma convivência mais harmoniosa entre as cidades e as ecologias nas quais elas estão inseridas.



*Maria Aparecida de
Moraes Silva
(UFSCar)*

Possui graduação em Ciências Sociais pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (1968), mestrado em Sociologie Du Développement IEDES – Université Paris 1 (Panthéon-Sorbonne) (1978) e doutorado em Sociologie Du Développement IEDES – Université Paris 1 (Panthéon-Sorbonne) (1980). Tem experiência na área de Sociologia, com ênfase em Sociologia Rural, atuando os seguintes temas: agricultura e capitalismo, agricultura e modernização, exploração do trabalho e modernização agrícola, trabalhadores rurais e migrantes e relações de gênero e raça/etnia. Professora livre-docente da UNESP. Atualmente, é integrante do corpo permanente do PPG/Sociologia da UFSCar. Pesquisadora do CNPq (Nível 1A). Coordenadora do repositório digital Vozes e Memórias____

Professor doutor no Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (IAU-USP). É membro do YBY – Grupo de Estudos Fundiários, Políticas Públicas e Produção do Espaço e da Paisagem e do LEAUC – Laboratório de Estudos do Ambiente Urbano Contemporâneo. Possui graduação em Direito pela Universidade do Vale do Paraíba (2002), especialização em Direito Ambiental pela Universidade de São Paulo (2003), mestrado em Planejamento Urbano e Regional (2005) e doutorado em Geociências, com foco em Política e Gestão de Recursos Naturais, pela Universidade Estadual de Campinas (2011), com um período de doutorado sanduíche na Université Laval, no Canadá. Foi professor visitante na Universidad Nacional de General Sarmiento, na Argentina, em 2022. Participa da RUNCYTED, que se concentra na regeneração de rios urbanos e na minimização de riscos. Coordena o projeto URBVERDE, que desenvolve políticas públicas para adaptação climática e redução de desigualdades. _____

Marcel Fantin
(USP)



AS CIDADES: OS CAMINHOS DO CAMPO_

Maria Aparecida de Moraes Silva

Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)

Programa de Pós-Graduação em Sociologia

Duas perguntas foram sugeridas para o debate da mesa, **Urbanização planetária, ecologias e desigualdades**, a saber: a) De que forma o crescimento das cidades e a urbanização em escala global têm afetado a ecologia e os recursos naturais? Quais as consequências disso para o Planeta e para a sociedade? b) Há condições de se manter a urbanização e o desenvolvimento respeitando o equilíbrio e a convivência harmoniosa entre cidades e ecologias?

Visando contribuir ao debate proposto a partir de minhas pesquisas, focarei nos seguintes pontos: a) Entender as transformações das estruturas sociais e econômicas do campo, responsáveis pela expulsão e expropriação de milhões de pessoas, cuja rota é, em geral, as cidades. Assim, não é possível analisar os espaços urbano e rural como instâncias separadas, porém, entrelaçadas; b) Entender os processos sociais que causam a continuidade da extração e da fratura dos recursos naturais em favor de grupos econômicos nacionais e internacionais, com a participação do Estado por meio de arranjos sociopolíticos, jurídicos e econômicos.

I

Vou tecer algumas considerações para recuperar a história primeva. Vou me centrar no estado de São Paulo e, em seguida, trazer exemplos de outras regiões do país.

A expansão capitalista no estado de São Paulo ocorreu em razão da cultura cafeeira desde meados da segunda metade do século XIX, atingindo seu apogeu até os finais dos anos de 1920, com a crise de 1929 e a quebra da bolsa de Nova York. Tal expansão foi caracterizada pelo processo de expropriação das terras, então ocupadas pelas populações originárias, como os Tupis, Otis-Xavantes, Guaranis, Caiuás, Caingangues, dentre outros,

e pela destruição das florestas nativa¹. Esta forma de expansão teve amparo nas normativas do Estado, por meio da lei N. 601 de 18 de setembro de 1850, conhecida como Lei de Terras, que dividia as terras em particulares e devolutas. Por esta lei, ficavam proibidas as aquisições de terras devolutas por outro título que não fosse o de compra. Os preços das terras bem elevados eram uma maneira de impedir que pequenos posseiros pudessem ser proprietários. No estado de São Paulo, a maioria das terras era considerada devoluta e as condições geográficas - como clima, relevo - favoreciam as plantações, garantindo os níveis de acumulação desejados. Portanto, essa lei ignorou completamente a presença dos povos originários, permitindo a concretização da fazenda capitalista, por meio da mercantilização da terra e da posse fraudulenta, denominada grilagem².

A expansão cafeeira era precedida pela expansão ferroviária, meio pelo qual, o café era exportado pelo porto de Santos. Até a década de 1890, em geral, os grandes fazendeiros deslocavam seus capitais das zonas consideradas menos produtivas, como o Vale do Paraíba, para o oeste paulista. Isso incluía o deslocamento dos africanos escravizados e a contratação de trabalhadores livres, muitos deles, vindos dos estados do nordeste. As tarefas mais árduas e perigosas, como a destruição das matas nativas e o enfrentamento dos indígenas eram destinadas a estes trabalhadores. Os africanos escravizados eram capitais, como investimentos, oriundos da compra de suas respectivas pessoas, diferentemente dos demais, cuja relação com os fazendeiros era por meio do contrato de venda e compra da força de trabalho. Portanto, a presença destes últimos era necessária para garantir os investimentos na compra dos escravizados, pois, caso perdessem suas vidas nos conflitos com os indígenas, não haveria ônus aos proprietários *last but not least*. As tarefas relativas à *limpeza do terreno*, ou seja, eliminação dos indígenas e das matas nati-

1. Há uma vasta bibliografia de historiadores, geógrafos, sociólogos, antropólogos sobre este período. Nos limites deste texto, mencionam-se os seguintes: (Miliet, 1939; Malheiro, 1976; Monbeig, 1952; Martins, 1971; Silva, 1976; Franco, 1969; França, 1960; Matos, 1974; Dean, 1977; Prado Jr., 1953; Schaden, 1958; Canabrava, 1949; Lima, 1978).

2. Ver a respeito, a constatação da grilagem no Vale do Paranapanema por Sampaio (1890, p. 113). Sobre a grilagem, a lei 545 de 1898, garantia o poder dos proprietários, desde que comprovassem ter o título de domínio das mesmas, obtido 20 anos antes da lei. A fraude era operada por meio do amarelamento dos papéis, orientados pelos laboratórios de fabricação de títulos falsos, borrados de estampilhas antiquíssimas. (Monbeig, 1952, p. 127; Lima, 1978, p. 120).

vas são basilares à estrutura produtiva das frentes dos pioneiros fazendeiros. Para tal empreitada, além dos trabalhadores mencionados, eram contratados os *bugreiros*, caçadores de indígenas, verdadeiras milícias armadas a mando dos proprietários. Paulatinamente, a paisagem natural vai cedendo espaço às grandes extensões dos cafezais, pertencentes aos fazendeiros e, mais tarde, às companhias que se dedicavam aos negócios da construção das ferrovias e do comércio do café.

Na esteira dos espaços, até então ocupados pelas populações originárias, fortalecia-se o discurso ideológico do indígena como *preguiçoso, estúpido, bêbado, traiçoeiro, mau*, sendo, portanto, um empecilho ao progresso, ao desenvolvimento, à civilização (Magalhães, 1935)³. Lima (1978) produz um diagnóstico bastante detalhado sobre as formas de organização social dos Caiuás, Otis-Xavantes e Caingangues, ressaltando os aspectos da estrutura da economia natural, baseada na relação harmoniosa com a natureza, por meio da caça e pesca, assim como os crescentes conflitos entre os invasores e as normativas produzidas pelo Estado para *amansá-los*, como a criação dos aldeamentos.

No que tange aos Caingangues, a documentação levantada por Lima (1978) mostra que os conflitos foram mais sangrentos e duradouros, sobretudo, com a construção da Ferrovia Estrada de Ferro Noroeste. Os Caingangues adotavam práticas de verdadeiras guerrilhas, emboscadas e retiradas contra os invasores. A documentação registra os métodos de resistência contra a tomada de seus territórios. Porém, as práticas adotadas pelas tropas de *bugreiros*, contratados por fazendeiros e donos das companhias, eram as mesmas, além de incluir outras, como os incêndios de aldeias ao amanhecer, quando os indígenas estavam dormindo, o envenenamento de alimentos e suprimentos de água e a utilização de roupas contaminadas com a varíola, deixadas próximas às aldeias (Lima, 1978, p. 167). Assim, se consolida a *limpeza do terreno* para a implantação dos cafezais no oeste paulista.

3. As representações demoníacas sobre indígenas e negros foram construídas pelos colonizadores, pela Igreja Católica e pelas ciências e artes. Ver a respeito, Federici (2004). Sobre a representação artística, ver a pintura a óleo "O Inferno", sobre madeira de carvalho, criado entre 1510-1515 por um pintor português cuja identidade não se conhece. Foi encontrado somente no ano de 1834 no acervo de São Bento da Saúde. O demoníaco é associado ao extraeuropeu. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Inferno> (MNA). Acesso em 13.02.2024.

Tais métodos e práticas ocorreram em outras regiões do país, seguindo o paradigma da violência e expropriação de camponeses e populações originárias. Uma das características do capitalismo agrário no Brasil é o crescimento por meio da incorporação de novas terras. A chamada fronteira agrícola expandiu-se especialmente na direção oeste desde as primeiras décadas do século passado. Este aumento foi mais decisivo durante o período da ditadura militar (1964-1985), quando foram implementados projetos econômicos baseados na “revolução verde”, liderados pelos Estados Unidos. Este período foi caracterizado pela violência, por meio do massacre de povos indígenas em diversas regiões do país. Os métodos utilizados foram os seguintes: envenenamento das águas dos rios, disseminação de vírus como a varíola, distribuição de doces contaminados por avião, além de assassinatos cometidos por garimpeiros e bandidos (jagunços) sob o comando dos proprietários de terras. Além do extermínio de povos indígenas, milhares de camponeses também foram eliminados ou obrigados a deixar suas terras e buscar asilo nas periferias urbanas. São processos históricos com práticas recorrentes, advindas da colonização, cujas consequências se desdobram até os dias atuais. Trata-se de um processo de acumulação primitiva (Marx, 1978) ou acumulação por despossessão, segundo Harvey (2010), pelo qual ocorre a expropriação dos recursos naturais e humanos, fundamentais para a “limpeza do terreno”. Ou seja, “limpar o terreno” era a forma de queimar a mata nativa, o bioma e seus habitantes, indígenas e camponeses que ocupavam a terra. Ademais, do extermínio, a migração forçada para as periferias urbanas dos chamados pobres do campo é e continua sendo a prática adotada por grileiros, jagunços a mando de fazendeiros em muitos espaços do país. Não se trata, portanto, de êxodo rural, e sim de migrações forçadas. Das populações originárias restam apenas vestígios, visíveis por meio da raspagem do pergaminho da história paulista e de outras regiões do país. É uma história sob a forma de vestígios e cacos que pode, no entanto, fornecer pistas para a entrada nas profundezas do labirinto do apagamento do passado e da memória.

Com a crise da economia cafeeira paulista a partir dos anos de 1930, pouco a pouco, foi havendo uma profunda mudança no sistema produtivo. As formas de trabalho da economia cafeeira se pautaram na mão de obra familiar dos colonos, em geral, imigrantes italianos, espanhóis, japoneses, além dos nacionais, provenientes de Minas Gerais e vários estados do nordeste.

A partir dos anos de 1950, paulatinamente, o café vai sendo substituído pela cana-de-açúcar e pelo surgimento das usinas produtoras de açúcar e álcool. Atualmente, quase seis milhões de hectares das terras paulistas são destinados a este produto. Conquanto, as transformações não foram somente em relação à substituição dos produtos – café pela cana –, porém, houve mudanças na maneira de produzir, no uso de tecnologias – máquinas, tratores, drones, aviões –, além de um processo continuado de concentração da propriedade da terra e dos capitais.

Esse processo teve reflexos na distribuição da população nos espaços urbanos e rurais. Vale lembrar os números da população no estado de São Paulo no período de 1940-2022, sendo que a partir de 1970, assiste-se ao crescimento vertiginoso da população urbana em relação a rural, tal como mostra o quadro 1.

População do estado de São Paulo no período de 1940-2022 (em milhões)				
Ano	Total	Urbana	Rural	
1940	7	3	4	
1950	9,1	4,8	4,3	
1960	12,9	8,1	4,8	
1970	17,9	14,4	3,5	
1980	25,2	22,4	2,8	
1991	31,4	29,2	2,2	
2000	36,9	34,5	2,4	
2010	41,1	39,5	1,6	
2022	44,3	42,9	1,4	

Quadro 1. Fonte: IBGE

Os dados deste quadro revelam, como já apontado em linhas atrás, o crescimento significativo da população urbana, a partir das décadas de 1960 e 1970, tendência continuada até os anos de 2022. No que tange à população rural, observa-se o movimento contrário, portanto de constante declínio.

Esse movimento reflete, além das migrações forçadas da população rural para a cidade, outros deslocamentos advindos de migrações de trabalhadores de outras regiões do país.

Com o crescimento das áreas de cana no estado, houve uma demanda crescente de migrantes dos estados do nordeste, do Paraná e do norte de Minas Gerais (vale do rio Jequitinhonha). Denominei este fenômeno como *migrações permanentemente temporárias*, pois, a permanência vigia apenas durante a fase da colheita, majoritariamente manual, após a qual, havia o retorno da grande maioria aos seus locais de origem. Esse foi o período do surgimento dos denominados *boias frias*⁴, trabalhadores que viviam nas cidades e se deslocavam para o trabalho no campo, diariamente.

No que se refere aos trabalhadores paulistas, colonos, parceiros, além dos sitiantes, em razão do processo de expansão dos canaviais, a grande maioria foi forçada a migrar para as periferias das cidades, transformando-se em boias frias ou se dedicando a outras funções.

O traço mais marcante dessa nova *leitura do espaço* no tocante ao campo foi o desaparecimento da paisagem e do habitat do período das plantações cafeeiras. Houve um processo de continuada destruição das casas dos colonos, sitiantes, pequenos engenhos, enfim, as formas econômicas relacionadas à produção de alimentos, indústria doméstica, criação de animais, hortas, desapareceram. À *leitura espacial* de antes, seguiu-se outra leitura, definida pelas imensidões dos canaviais - entrecortados pelos laranjais e cafezais (em algumas regiões do estado), onde, segundo as palavras de um antigo morador, *até mesmo os pássaros foram embora* – e pelas cidades. Estas assemelham-se às cidades fortificadas. Ao invés das pedras, as cidades são cercadas por esses produtos que se constituem em suas próprias muralhas, em seus próprios limites.

O viajante que percorrer as estradas paulistas nos dias de hoje, avistará a monotonia da paisagem de um *mar de cana* (Silva, 2005). São quase seis milhões de hectares, responsáveis pela produção gigantesca de açúcar e etanol, destinados ao mercado internacional e nacional. Além dos canaviais, o viajante também verá as máquinas gigantescas, colheitadeiras, caminhões-tanque, caminhões com até quatro gaiolas para o transporte da cana, tratores, plantadeiras, além de drones e aviões empregados na distribuição aé-

4. Eram assim denominados porque comiam a comida (boia) fria durante a jornada de trabalho.

rea de herbicidas, fungicidas e fertilizantes. No entanto, avistará poucos ônibus (Rurais) que transportam os *boias frias*.

Esse *mar de cana* foi se formando a partir da década de 1960, com o surgimento de grandes usinas em várias regiões do estado. No período entre 1960 e 2005, predominava o corte manual da cana queimada. A presença de máquinas, pouco a pouco foi aumentando. A partir de então, o processo de mecanização se acelerou até se completar nos dias de hoje, tal como mostra o gráfico 1.

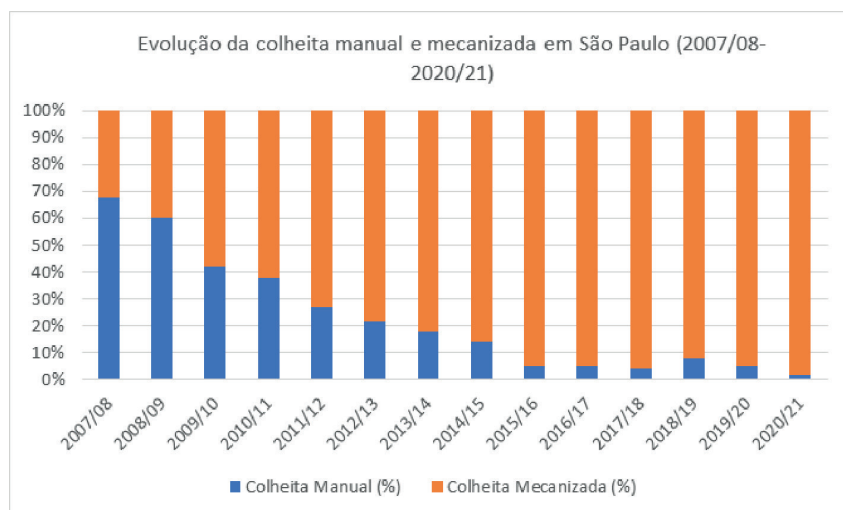


Gráfico 1. Fonte: Gráfico produzido a partir dos dados da CONAB

Este processo resultou no estancamento das *migrações permanentemente temporárias* e no apagamento da memória e da história dos migrantes que labutaram nas terras paulistas⁵. É uma nova maneira de *limpar o terreno*, ou seja, nos últimos 20 anos, assistiu-se ma verdadeira diáspora em terras paulistas⁶.

5. Visando ir na contramão deste processo, produzi o repositório digital **Vozes e Memórias**, composto pelas entrevistas realizadas com trabalhadores/as rurais num período de mais de 40 anos. <https://www.vozesememorias.com.br/>

6. Segundo dados da RAIS (Relação Anual de Informações Sociais), em 1995 havia 374.604 trabalhadores no setor sucroenergético do estado de São Paulo; em 2024, 207.300, portanto, uma diminuição de 167.304 empregos, ou seja, 45,0%.

É preciso ressaltar que o deslocamento para as cidades não corresponde apenas aos aspectos geográficos. A cidade e o campo são espaços sociais. Assim sendo, os lugares destinados aos migrados passam a ser as periferias, carregadas de preconceitos e estigmas. Tais lugares são considerados, os lugares dos outros, dos invasores, dos violentos.

Nesse sentido, o exemplo da cidade de Guariba, que recebeu migrantes da área rural, além de mineiros, e nordestinos, a partir dos anos de 1960, é paradigmático, pois ilustra o aprofundamento das desigualdades, da intolerância e da xenofobia. Os lugares destinados *aos de fora*, eram a Vila de Barro e o João de Barro, denominações dadas pelos moradores antigos aos recém-chegados. Os estigmas os qualificavam como gente suja, *baianada*, *mineirada*, *peaozada*, *gente dos países (sic) do norte*. Habitantes dos barracos de barro autoconstruídos, responsáveis pela *desordem urbana e pelo afeamento da cidade com suas sujeiras*⁷.

O depoimento de um morador de Guariba sobre o surgimento do bairro João-de-Barro revela os traços estigmatizantes constitutivos dos olhares do nós em relação aos outros:

Os nordestinos foram os habitantes do João-de-barro. Este nome se deve porque as primeiras casas eram construídas de barro, barroca, este sistema... não a taipa tradicional de São Paulo. Eles construíram em barro mesmo, lajota de barro, madeira entrelaçada e recheada de barro. Deve ser este sistema de construção lá do norte, nordeste... Antes, vieram para cá os italianos, portugueses, os latinos. Os colonos eram latinos. Então, eles tinham um sistema da vida, de alimentação, que trouxeram da terra deles; agora, chegando esta leva de baianos, mineiros, elas traziam um tipo de vida diferente. Houve um choque. Aumentou a criminalidade na cidade. É uma cidade violenta, mas os crimes acontecem entre eles. É um povo estranho (Testemunho colhido em 1990).

7. Ao término da feitura deste artigo, tomei conhecimento das leis da feitura vigentes em várias cidades dos EUA, logo após a guerra civil. No momento atual, o presidente D. Trump determinou a expulsão dos sem-teto das ruas de Washington. A notícia das leis da feitura foi veiculada pela BBC Mundo. As chamadas 'leis da feitura' eram uma série de decretos municipais que proibiam a presença de pessoas com determinadas características físicas em locais públicos", disse à BBC Mundo, Susan Schweik, reitora de artes e humanidades da Universidade de Berkeley. A primeira dessas regulamentações foi aprovada na cidade de São Francisco em 1867. Na verdade, um conjunto de dispositivos discriminatórios. <https://www.bbc.com/portuguese/articles/c5yll3wnv3po>. Acesso em 13/08/2025.

Povo estranho, povo das casas de barro. Gente de fora do lugar, gente desenraizada, gente feia. Produtores de violência entre eles. Atualmente, o barro foi encoberto por uma fina camada de reboco e pintado. Aparentemente, ele não mais existe. Esconde-se, no entanto, sob uma fina argamassa do *estilo paulista* de se construir casas. O João-de-barro chama-se hoje, Bairro Alto e Princesa Isabel. Porém, não perdeu suas marcas, seus estigmas. Nas palavras de uma moradora: *mudou o nome, mas não adiantou nada*.

Isso *demonstra* que as marcas sociais de seus moradores que acompanham suas trajetórias de *nordestinos, baianos, mineiros, gente de fora*, imprimem ao lugar onde vivem, ao espaço físico onde construíram suas casas, a objetivação de suas próprias marcas e posição social.

Essas breves considerações sobre as transformações dos espaços rurais e urbanos no estado de São Paulo são demonstrativos que estes espaços não podem ser vistos separadamente, de forma dicotômica. A *desordem* urbana é resultante do processo de expulsão das populações rurais, processo, seguido de expropriação de um modo de vida social e cultural, constitutivo da identidade individual e coletiva. A *desordem* urbana precisa também ser considerada a partir das pessoas que habitam os *lugares desordenados*, ou seja, os *lugares desordenados* refletem outras desordens, tais como, as doenças físicas e mentais, a depressão, a melancolia e também a revolta e a violência⁸.

II

Dando seguimento à proposta inicial, trago para as reflexões exemplos do processo de fratura e extração em dois espaços do país. Antes, gostaria de me remeter às ideias do filósofo do Camarões, Achile Mbembe, acerca do conceito de brutalismo.

(...) a função dos poderes contemporâneos é, mais do que nunca, tornar possível a extração. Isto requer a intensificação da repressão. A perfuração dos corpos e dos espíritos compõem este quadro.

8. Ver a respeito, sobre o processo de desenraizamento na Argélia, durante a revolução pela libertação do país do jugo colonial francês, analisado por Bourdieu e Sayad (1964).

(...) às lógicas de fratura e fissuração, é preciso acrescentar aquelas referentes ao esgotamento. (...) fratura, fissuração e esgotamento não dizem respeito somente aos recursos, mas também aos corpos vivos, expostos ao esgotamento físico e à toda espécie de riscos biológicos, às vezes, invisíveis (intoxicações agudas, cânceres, anomalias congênitas, perturbações neurológicas, hormonais). (...) É esta dialética da demolição e da 'criação destruidora' que visa os corpos, os nervos, o sangue e o cérebro dos humanos (...). O brutalismo é o nome dado a este gigantesco processo de evicção e de evacuação, mas também de esvaziamento das veias e de esgotamento das substâncias orgânicas. (Mbembe, 2020, p.10-1, tradução livre da autora)

A fratura, esgotamento, fissuração são componentes do brutalismo, sendo um processo que envolve os recursos naturais e as pessoas. A natureza, assim como as pessoas são fraturadas, esgotadas e fissuradas. É desta forma que as pessoas chegam às cidades, em busca de um lugar. Então, o chamado processo de urbanização desordenada silencia e oculta o processo histórico causador dessa *desordem*.

Grande tema do momento atual no Brasil e no mundo globalizado se reporta à transição energética. O fim dos combustíveis fósseis e a busca de outras fontes da chamada energia limpa, como a elétrica, a eólica, assim como o uso do lítio para a produção das baterias elétricas para os veículos, automóveis, ônibus etc.

As maiores reservas de lítio do país acham-se concentradas no Vale do Jequitinhonha (MG). Em 2024, o BNDES aprovou o crédito de 500 milhões para a empresa Sigma Lithium, empresa canadense controlada por um grupo brasileiro, para a exploração do mineral espodumênio, cujo volume estimado é de 27 milhões de toneladas. Várias reportagens mostram que a extração desse mineral tem provocado vários danos à saúde aos quilombolas e camponeses dos municípios de Araçuaí e Itinga. Notícias em vários jornais apontam para o elevado número de pessoas com problemas respiratórios, ocasionados pela poeira, a sílica, dado que as perfurações são muito próximas às casas dos camponeses. Há relatos de rachaduras das casas em função das dinamites das minas, sem contar o aumento da crise hídrica e o agravamento dos períodos de seca.

Em recente reportagem, a foto de autoria de Caio Guatelli, publicada no site Mongabay⁹, observa-se o duplo processo de extração do minério e das pessoas, numa comunidade do Vale do Jequitinhonha/MG: à direita na foto, a pilha de estéril da mineradora Sigma, já com 560 mil m² de extensão; à esquerda, atravessando o riacho Piauí, as casas da comunidade de Piauí Poço Dantas, situada a apenas 90 metros da pilha.

A leitura da foto pode ser constatada pela reportagem nos seguintes termos:

O relógio marca 3h30 quando uma fila de caminhões se forma no alto de uma colina. Com ajuda de tratores, toneladas de pedras são despejadas morro abaixo. O estrondo se mistura ao ruído dos motores e alcança as 70 casas do povoado de Piauí Poço Dantas, em Itinga, estabelecido há 150 anos nas margens do riacho Piauí, um afluente do Rio Jequitinhonha.

A colina, na verdade, é a Pilha 5 de estéril — conjunto de materiais não aproveitáveis — da maior mina de lítio do Brasil. Com 20 metros de altura e 560 mil m², sua área cresceu quatro vezes nos últimos 11 meses e já está a poucos metros do riacho e das casas do povoado. Se forem mantidos os planos de expansão da mineradora Sigma Lithium, dona da operação, a situação pode se agravar ainda mais (Guatelli, 2024, n.p.).

Reproduzo, em seguida, alguns trechos de entrevistas de moradores, que estão sofrendo as consequências dessa extração, relatados na reportagem em tela:

“Antigamente era um sossego. A gente ouvia os passarinhos, bebia água do riacho, as crianças não ficavam doentes. Depois que chegou essa empresa, ficou assim, ninguém consegue dormir, as crianças vivem tossindo, não têm paz”, diz a mulher ao acender a lenha no fogão de barro, que fica nos fundos da casa, frente a frente com a pilha de estéril.

Em Piauí Poço Dantas não tem água encanada, e “Ângela prepara o café com a água distribuída pela Sigma. A empresa cedeu caixas d’água para todos do povoado e as abastece uma vez por semana, com caminhões-pipa. “Falaram para a gente não beber mais a água do riacho”, comenta Edvaldo enquanto os três netos chegam com Evandro, seu filho, que também é lavrador.

9. <https://brasil.mongabay.com/2024/11/mineracao-de-litio-adoece-comunidades-do-vale-do-jequitinhonha/> (Acesso em 20/05/2025)

Na varanda de sua casa, Ângela recebe a visita da agente comunitária de saúde Cleony Pereira, 37, responsável pelo atendimento das 66 famílias de Piauí Poço Dantas desde 2013. “Igual à dona Ângela, todos daqui se queixam de problemas de sono, em alguns casos precisam tomar remédio para dormir e antidepressivos. Mas o que mais piorou com essa mineradora foram os problemas respiratórios. Muitas crianças e idosos com pneumonia recorrente”, diz a agente, que chama atenção para a dificuldade de atendimento no único hospital da região, em Araçuaí. “Vive lotado”, afirma.

Como foi mencionado acima, a *limpeza do terreno* continua sendo replicada, como marca colonial, pois, o minério é exportado, como matéria prima, ao invés de ser refinado na própria região. Outros testemunhos, ouvidos pela reportagem, de quilombolas e indígenas revelam que os meios de vida estão se escasseando, as águas dos rios estão contaminadas, o que, sem dúvida, provocará outras ondas migratórias para as cidades.

A região do vale do Jequitinhonha, foi, muitas vezes, denominada como o *vale da miséria*, agora, está sendo produzida outra camada nominativa – *vale do lítio*, que camufla os problemas ambientais e sociais, além de capturar o discurso da sustentabilidade. Trata-se de um discurso que fomenta a ideologia do progresso, do desenvolvimento da região, com o apoio do Estado e das formulações jurídicas que sustentam as práticas das mineradoras.

O processo de extração do lítio agrava ainda mais a situação de vulnerabilidade social e ambiental na região do Vale do Jequitinhonha. Há 45 anos atrás, desenvolvi uma pesquisa nesta região e, já naquele momento, constatei as dificuldades no acesso à água. Naquele momento, o processo de expropriação dos camponeses ocorreu em virtude da tomada das chapadas (partes altas) pelas plantações de eucalipto de grandes empresas (Silva, 1997).

Pesquisas recentes comprovam que a falta d’água afeta, sobretudo, as mulheres camponesas, que percorrem grandes distâncias para lavar roupas nos rios, muitas vezes, contaminados por mercúrio¹⁰. Cenas muito frequentes na área rural são as de mulheres com latas d’água na cabeça para o consumo doméstico e a criação de animais. É preciso

10. Ver a respeito notícia veiculada pela Folha de S. Paulo sobre a pesquisa da professora da UFMG (Instituto Federal de Minas Gerais), Thaís Zimovski, a respeito da relação entre crise hídrica e desigualdade de gênero no vale do Jequitinhonha (Folha de S. Paulo, 23 de março de 2025, p. A 45)

lembrar que o campesinato do Vale do Jequitinhonha é constituído majoritariamente por comunidades indígenas e quilombolas. Algumas comunidades surgiram logo após a decadência do ciclo do ouro na região no século XVIII. As práticas agrícolas e o artesanato, produzidos pelas mulheres, garantem boa parte da reprodução familiar, tendo em vista que, a maioria dos homens migra para outras regiões do país em busca de trabalho, sobretudo para os campos paulistas nas últimas décadas.

Na esteira da discussão acerca da transição energética, em função da crise climática, aquecimento global, vale a pena citar, ainda que brevemente, os efeitos da implantação de torres para a produção de energia eólica, considerada limpa e sustentável.

Uma pesquisa da Universidade de Pernambuco (UPE), com participação da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), mostra que mais de 70% das pessoas que moram ao lado dos aerogeradores têm depressão, estresse, ansiedade ou problemas de visão (Silva, 1997).

"A gente já detectou que em torno de 77% das pessoas possuem algum tipo de perda auditiva. A perda induzida por níveis de pressão sonora elevadas são lentas, progressivas e irreversíveis. Provavelmente, uma exposição por tempo maior vai acelerar esse processo todo", disse Pedro Menezes, pesquisador e professor da Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas (UNCISAL)

Segundo o testemunho de um camponês do Agreste de Pernambuco, onde os aerogeradores foram instalados, observam-se os efeitos também sobre os animais:

O também agricultor Simão da Silva lamenta o que aconteceu com os animais que ele tinha no sítio. "As vacas reduziram a produção de leite entre 18% e 20%, as vacas pararam de produzir. Os suínos entraram no estresse e começaram a se matar, a se comer. A gente andou criando entre 80 e 90 ovelhas. As ovelhas começaram a abortar e, quando pariam, abandonavam os filhotes", contou Simão da Silva.

As consequências sobre a saúde psíquica e mental dos camponeses no entorno das torres também se fazem sentir no interior da Bahia, numa comunidade quilombola, denominada Tiririca de Cima em Ibitiara, onde tem havido vários conflitos contra as empresas aí instaladas¹¹.

11. Ver a respeito, matéria publicada na Folha de S. Paulo no dia 15/06/2025, p. A 30.

Os testemunhos dos moradores, quilombolas, camponeses interpelam os discursos da ideologia das empresas e também do Estado, segundo os quais, essas fontes de energia representam não só o progresso e o desenvolvimento, como também permitem o enfrentamento dos efeitos da crise climática. Nesse sentido, lembro a frase/pergunta de J. J. Rousseau no século XVIII: *para quê e a quem serve a ciência?* Não se trata de negar a ciência, mas de analisar criticamente o seu uso em benefício de poucos. Pior ainda: uso que aprofunda as desigualdades e a vulnerabilidade das pessoas e destrói os recursos naturais.

III

As reflexões desenvolvidas no texto em tela giraram em torno das perguntas formuladas pela organização da mesa, **Urbanização planetária, ecologias e desigualdades**. Baseando-me em pesquisas desenvolvidas com trabalhadores rurais no estado de São Paulo, ao longo de mais de quatro décadas, acompanhei vários processos de transformações econômicas, sociais e políticas relacionadas à estrutura agrária, como expropriação, violência, que foram responsáveis pelas migrações forçadas para as cidades. A fim de raspar as camadas desses processos, foi feita uma rápida regressão à história primeva da região, conhecida como oeste paulista, nos meados do século XIX e décadas seguintes, quando ocorreu a *limpeza do terreno*, por meio do extermínio das populações originárias.

Acompanhando as transformações relacionadas às estruturas produtivas dos cafezais e, posteriormente, dos canais, foi possível comprovar que o processo de *limpeza do terreno* continuou ocorrendo, sob vários vieses. Os destinos dos expulsos da terra foram as cidades.

Nessa toada, os dois exemplos sobre a extração do lítio no vale do rio Jequitinhonha e a instalação dos aerogeradores para a geração de energia eólica em Pernambuco e Bahia, revelam que o *brutalismo* continua ocorrendo, atingindo, portanto, não apenas o mundo humano, como também o não humano - as pessoas, os animais e os recursos naturais. Assim, as fraturas, fissuras e extração nos espaços rurais, produzidas por empresas nacionais e internacionais, são os elementos causadores da *desordem* urbana. Ao longo

do texto, meu intento foi, a partir de uma análise crítica, mostrar que os espaços rurais e urbanos são processos singulares, porém entrelaçados. Portanto, só haverá equilíbrio e convivência harmoniosa entre as cidades e as ecologias, se a *ordem* do campo for outra, ao revés do que foi retratado neste texto.

Agradecimento

Ao apoio do CNPq e da FAPESP para o desenvolvimento da pesquisa.

Referências

BOURDIEU, Pierre; SAYAD, Abdelmalek. **Le déracinement. La crise de l'agriculture em Algérie**. Paris: Editions du Minuit, 1964.

CANABRAVA, Alice. Documento sobre os índios do rio Juquiá. **Revista do Museu Paulista**, v. 3, p. 391-404, 1949.

DEAN, Warren. **Rio Claro: Um sistema brasileiro de grande lavoura (1820-1920)**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1977.

FEDERICI, Sílvia. **Calibã e a bruxa. Mulheres, corpo e acumulação primitiva**. São Paulo: Coletivo Sycorax, 2004.

FRANÇA, Ary. **A marcha do café e as frentes pioneira**. Rio de Janeiro: Conselho Nacional de Geografia, 1960.

FRANCO, Maria Sylvia de Carvalho. **Homens livres na ordem escravocrata**. São Paulo: Edunesp, 1969.

GUATELLI, Caio. **Mineração de lítio adoecce comunidades do Vale do Jequitinhonha**. Mongabay Brasil, 8 nov. 2024. Disponível em: <https://brasil.mongabay.com/2024/11/mineracao-de-litio-adoecce-comunidades-do-vale-do-jequitinhonha/>. Acesso em: [28 jul. 2025].

HARVEY, David. **O novo imperialismo**. São Paulo: Loyola, 2010.

LIMA, João Francisco Tidei. **A ocupação da terra e a destruição dos índios na região de Bauru**. (Dissertação de Mestrado). Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, São Paulo, 1978.

MAGALHÃES, Couto de. **O selvagem**. São Paulo: Nacional, 1935.

MALHEIRO, Perdígão. **A escravidão no Brasil**. 3. ed. Petrópolis: Vozes, 1976.

MARX, Karl. **Le capital**. Tome I. Paris: Editions Sociales, 1978.

MARTINS, José de Souza. Frente pioneira: contribuição para uma caracterização sociológica. **Estudos Históricos**, n. 10, p. 33-41, 1971.

MBEMBE, Achille. **Le brutalisme**. Paris: La Découvert, 2023.

MATOS, Odilon Nogueira. **Café e ferrovias**. São Paulo: Alfa Ômega, 1974.

MILIET, Sérgio. **Roteiro do café e outros estudos**. São Paulo: Departamento de Cultura, 1939.

MONBEIG, Pierre. **Pionniers et Planteurs de São Paulo**. Paris: Armand Colin, 1952.

PRADO JR., Caio. **Formação do Brasil Contemporâneo**. Brasiliense: São Paulo, 1953.

SAMPAIO, Teodoro. Considerações geográfica e econômicas sobre o Vale do Rio Paranapanema. **Boletim da Comissão geográfica e geológica do estado de São Paulo**. São Paulo, v. 1, n. 4, p. 113, 1890.

SCHADEN, Egon. Os primitivos habitantes do território paulista. **Ensaio paulistas**: (contribuição de "O Estado de São Paulo" às comemorações do IV Centenário da Cidade). São Paulo: Anhembi, 1958.

SILVA, Maria Aparecida de Moraes. **Errantes do fim do século**. São Paulo: Edunesp, 1997.

SILVA, Maria Aparecida de Moraes. A face oculta do trabalho: migrantes nas usinas canavieiras de São Paulo. **Revista Latinoamericana de Estudios del Trabajo**, v. 10, n. 17 p. 31-54, 2005.

SILVA, Sérgio. **Expansão cafeeira e origens da indústria no Brasil**. São Paulo: Alfa Ômega, 1976.

GEOTECNOLOGIAS PARA A JUSTIÇA AMBIENTAL: A PLATAFORMA URBVERDE E OS DESAFIOS DO ANTROPOCENO

Marcel Fantin

Universidade de São Paulo (USP)

Instituto de Arquitetura e Urbanismo (IAU)

Este capítulo propõe uma reflexão crítica quanto às desigualdades socioambientais urbanas sob a ótica dos desafios do Antropoceno, tendo como eixo analítico e empírico a experiência da Plataforma UrbVerde. Desenvolvida no Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (USP), a UrbVerde **representa uma inovação sociotécnica que articula tecnologias de sensoriamento remoto, ciência cidadã e governança colaborativa para monitorar, mapear e mitigar os efeitos das ilhas de calor e da distribuição desigual de áreas verdes nas cidades brasileiras.** Ao longo do texto, demonstram-se os vínculos entre segregação socioespacial, racismo ambiental e déficit de infraestrutura verde, a partir de dados empíricos e estudos de caso em municípios como São Paulo, Diadema, Campinas e São Carlos. As evidências apontam para a necessidade de superar modelos convencionais de planejamento urbano por meio de ferramentas orientadas à justiça climática e territorial. Nesse contexto, a UrbVerde surge como uma plataforma de informação geoespacial pública e acessível, cuja arquitetura foi redesenhada a partir de princípios de usabilidade, design centrado no usuário e inclusão de públicos diversos — gestores e estudantes, buscando também articular coletivos periféricos.

O capítulo também discute a transição da plataforma de um Sistema de Informação Geográfica (SIG) clássico para um SIG social, conceito que integra produção distribuída de dados (volunteered geographic information — VGI), experiência do usuário e práticas de coprodução do conhecimento. São analisadas as oficinas realizadas com estudantes do ensino médio, a formação de gestores públicos e a criação de ferramentas automatizadas para elaboração de Planos de Ação Climática Municipais (PAC), com destaque para os casos de Diadema e do Consórcio ABC Paulista.

Além de apresentar os principais resultados técnicos, o texto enfatiza os aspectos institucionais, educacionais e políticos da plataforma, demonstrando como o acesso à informação ambiental qualificada pode contribuir para reequilibrar assimetrias históricas de poder e orientar políticas públicas mais transparentes, participativas e eficazes. A análise é complementada com uma discussão sobre os desafios operacionais e os limites impostos pela baixa capacidade institucional dos municípios brasileiros, especialmente no que se refere à ausência de quadros técnicos, recursos orçamentários e infraestrutura digital adequada. Por fim, argumenta-se que **a UrbVerde representa um modelo promissor de infraestrutura cívica digital, capaz de integrar dados, educação e ação pública, em uma ecologia política orientada à justiça socioambiental.** Sua **transferibilidade** para outros contextos, em especial redes ibero-americanas e outras regiões do Sul Global, depende da consolidação de redes de cooperação internacional, do fortalecimento de capacidades locais e do reconhecimento das desigualdades territoriais como ponto de partida — e não de chegada — das políticas climáticas urbanas. O capítulo contribui, assim, para os debates sobre adaptação urbana, justiça ambiental e inovação democrática em tempos de crise climática.

1. Introdução

A crise climática entrou definitivamente na vida cotidiana das cidades. Nas últimas quatro décadas, a frequência e a intensidade de eventos extremos aumentaram em todas as regiões do globo (IPCC, 2022), mas seus efeitos são distribuídos de forma marcadamente desigual. Chuvas torrenciais que alagam periferias, ondas de calor que agravam enfermidades cardiovasculares em bairros populares e queimadas cujas partículas alcançam metrópoles distantes, compõem um mosaico de riscos que recai, sobretudo, nas populações socialmente vulnerabilizadas.

Os mecanismos dessa desigualdade articulam dimensões históricas de segregação socioespacial e processos contemporâneos de urbanização. **Estudos do Banco Mundial demonstram que, sem políticas corretivas, as mudanças climáticas podem empurrar até 132 milhões de pessoas adicionais para a pobreza até 2030** (Hallegatte

et al., 2016). O IPCC (2022) ressalta que cor, renda e gênero seguem sendo variáveis decisivas na definição de quem perde a casa, o emprego — e, em última instância, a vida — quando o desastre se instala. O furacão Katrina, ocorrido em 2005, tornou-se um marco dessa evidência. Dos 1.833 óbitos oficialmente contabilizados, mais de 70% ocorreram em comunidades negras e de baixa renda que não tinham acesso a transporte para evacuação (Dyson, 2006; Fussell, 2015). Mapas de profundidade de inundação elaborados após o evento mostraram que 80% das áreas alagadas coincidiam com bairros historicamente segregados, sublinhando a sobreposição de vulnerabilidades ambientais e raciais (Olasky, 2006).

No Brasil, a ruptura da barragem de Fundão, em Mariana – MG, em 2015, matou 19 pessoas, destruiu o distrito de Bento Rodrigues e contaminou mais de 600 km do Rio Doce, afetando 39 municípios em Minas Gerais e no Espírito Santo (Governo Federal, 2024).

As comunidades ribeirinhas, já economicamente fragilizadas, perderam moradia, renda pesqueira e acesso à água potável, ilustrando a conexão entre desastre industrial, degradação ambiental e injustiça social (Milanez *et al.*, 2016).

Entre abril e maio de 2024, o Rio Grande do Sul enfrentou a pior inundação de sua série histórica: precipitações superiores a 400 mm em poucos dias elevaram o lago Guaíba a 5,30 m — marca que superou a cheia de 1941. Segundo a Defesa Civil estadual, 175 pessoas morreram, 806 ficaram feridas e mais de 2,3 milhões foram afetadas em 476 municípios (Defesa Civil – RS, 2024). Cerca de 580 mil residentes precisaram deixar suas casas, sobretudo em bairros periféricos da Região Metropolitana de Porto Alegre, onde a ausência de diques e a ocupação de áreas alagáveis agravaram as perdas. Estudo do Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRGS aponta que o aumento da impermeabilização da bacia e o desmatamento nas encostas do Vale do Taquari contribuíram para a magnitude do evento (Mantovani *et al.*, 2025). **A catástrofe reforça a convergência entre vulnerabilidade social e fragilidade da infraestrutura verde no contexto da crise climática.**

A interdependência entre biomas e centros urbanos ficou evidente em 19 de agosto de 2019, quando uma massa de aerossóis oriunda das queimadas amazônicas escureceu o

céu de São Paulo às 15 h. Sensoriamento remoto do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) detectou a pluma de partículas atravessando 2.700 km antes de precipitar-se sobre a capital paulista, fenômeno popularizado como “chuva negra” (G1 – SP et. al, 2019). Além de comprometer a qualidade do ar, o episódio revelou que a degradação florestal se converte rapidamente em problema de saúde pública urbana.

As ondas de calor ilustram outra faceta desse quadro. Boletins do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) contabilizaram 11 ondas de calor no Brasil em 2023 — três vezes a média da década anterior — com recorde histórico de 44,8 °C em Araçuaí – MG e 100 dias consecutivos acima de 40 °C em Cuiabá (INMET, 2024). Na cidade de São Paulo, o número de dias com temperatura máxima superior a 35 °C passou de 5 (década de 1990) para 23 dias em 2023, agravando a demanda por energia, o risco de mortalidade e as desigualdades térmicas intraurbanas.

Diversas pesquisas associam a maior complexidade desses extremos devido à baixa cobertura vegetal nas periferias e à presença de materiais de alta inércia térmica, características que ampliam o efeito de ilha de calor (Gill *et al.*, 2007; Tate *et al.*, 2024). A **ausência de áreas verdes compromete, ainda, a infiltração de água da chuva e a amenização das temperaturas**, reproduzindo um ciclo de vulnerabilidade que sobrecarrega serviços de saúde e infraestrutura de drenagem.

Diante dessa realidade, a construção de políticas de adaptação urbana exige informação territorial precisa e atualizada. Esse é o propósito da Plataforma UrbVerde, iniciativa da Universidade de São Paulo, que integra dados de cobertura arbórea, temperatura da superfície terrestre, indicadores socioeconômicos e parâmetros demográficos em ambiente geoespacial aberto. Ao evidenciar disparidades na distribuição da infraestrutura verde, a UrbVerde subsidia diagnósticos, prioriza investimentos e fortalece processos participativos de planejamento.

A plataforma opera em três frentes complementares: **(i)** produção de dados de alta resolução por sensoriamento remoto; **(ii)** formação de gestores, estudantes e lideranças comunitárias em ciência cidadã; e **(iii)** disponibilização de um painel público com métricas de vulnerabilidade climático-ambiental. Esse tripé permite vincular justiça ambiental,

tecnologia e participação social na formulação de respostas mais equitativas aos desafios do Antropoceno.

Este capítulo parte da experiência da UrbVerde para discutir como ferramentas de dados abertos podem reduzir assimetrias de informação e, por consequência, de poder. Argumenta-se que enfrentar a crise climática implica reconhecer a centralidade da desigualdade socioespacial, fortalecendo capacidades locais e ampliando a voz dos grupos historicamente marginalizados.

Os próximos tópicos analisam, primeiro, a produção das desigualdades socioambientais no processo de urbanização brasileiro; em seguida, apresentam evidências empíricas geradas pela UrbVerde e, por fim, propõem diretrizes para a construção de políticas públicas alinhadas à justiça ambiental e à adaptação climática.

2. Desigualdades socioambientais e urbanização no Antropoceno

No Antropoceno, a urbanização converte-se no principal vetor de transformação do planeta: as cidades cobrem hoje somente 3% da superfície terrestre, mas respondem por mais de 70% do consumo de energia e das emissões de CO₂ (WWF, 2019). Essa pegada metabólica, porém, distribui benefícios e riscos de modo profundamente assimétrico.

Projeções da Divisão de População da ONU indicam que dois terços da humanidade, cerca de 6,7 bilhões de pessoas, viverão em áreas urbanas até 2050, sendo 90% desse crescimento concentrado em Ásia e África (UNDESA, 2019). No Brasil, a taxa de urbanização já ultrapassa 87,4% desde 2022, mas esse processo foi marcado pela informalidade: 16,4 milhões de pessoas ainda residem em assentamentos precários sem plena cobertura de serviços básicos (IBGE, 2022). A distribuição da infraestrutura verde reflete tal histórico de segregação. Enquanto a Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda um mínimo de 12 m² de área verde por habitante, bairros como Morumbi, em São Paulo, oferecem 34 m², ao passo que Paraisópolis dispõe de apenas 3 m², segundo dados da Plataforma UrbVerde.

A vulnerabilidade hídrica também segue linha de corte socioeconômica. A maior parte das inundações fatais em cidades brasileiras ocorre em assentamentos situados sobre várzeas canalizadas ou encostas desmatadas. As enchentes de Petrópolis, em 2022, e do Vale do Taquari, em 2024, evidenciam como infraestrutura deficiente e ocupações de risco convergem no agravamento dos danos.

Esses padrões não são neutros, racial ou etnicamente. **O conceito de racismo ambiental descreve como populações negras, indígenas e tradicionais enfrentam maior exposição a passivos ambientais e menor acesso a bens ecológicos.**

A provisão tardia de parques e corredores verdes pode, paradoxalmente, induzir processos de gentrificação verde. Anguelovski *et al.* (2022) documentam aumento de 20% no valor dos aluguéis no entorno do High Line, em Nova York, e tendências semelhantes no Parque Madureira, no Rio, deslocando moradores originais e recriando exclusões socioespaciais.

Enfrentar tais contradições exige planejamento integrado que alinhe mitigação de emissões, adaptação climática e justiça social. A Política Nacional sobre Mudança do Clima de 2009 e a Nova Agenda Urbana (UN-Habitat, 2017) oferecem marcos, mas sua efetividade depende de capacidades institucionais locais e de ferramentas — como a Plataforma UrbVerde — capazes de mapear vulnerabilidades e orientar investimentos de forma transparente.

3. A Plataforma UrbVerde: ciência cidadã e justiça ambiental

Criada em 2021, no âmbito da Universidade de São Paulo, a Plataforma UrbVerde foi concebida para preencher a lacuna de dados comparáveis sobre infraestrutura verde nas cidades paulistas. Seu núcleo combina imagens de satélite Landsat 8 e Sentinel-2 com computação em nuvem e algoritmos de classificação supervisionada em ambiente de programação Google Earth Engine (figura 1).

Isso permite lançar mapas anuais de cobertura arbórea e temperatura com até 30 m de resolução espacial. Essas camadas ambientais são cruzadas com indicadores de renda,

raça/cor e densidade demográfica, extraídos dos Censos de 2010 e 2022, oferecendo uma visão integrada dos espaços urbanos. Também se lança mão de dados colaborativos para a aquisição de informações sobre parques e praças (figura 2).



Figura 1 – Página inicial da Plataforma UrbVerde. Fonte: <https://urbverde.iau.usp.br/>, 2025

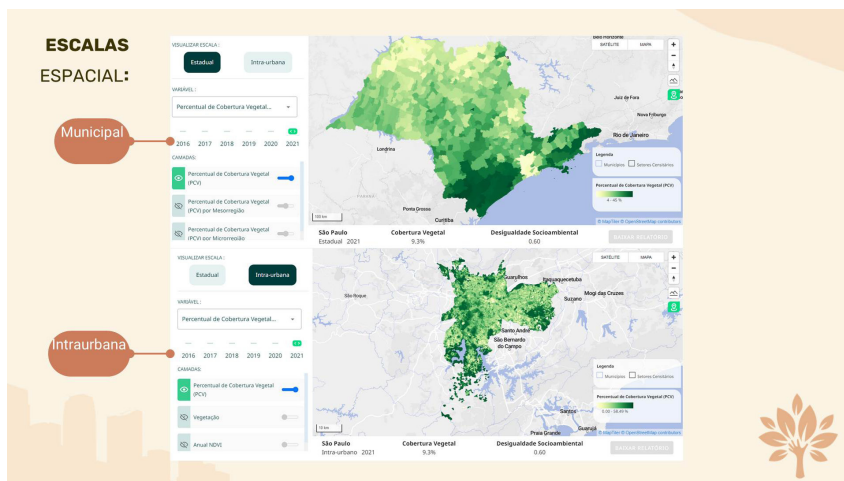


Figura 2 – Percentual de Cobertura Vegetal em escalas municipal e intraurbana da Plataforma UrbVerde. Fonte: <https://urbverde.iau.usp.br/>, 2025

Do ponto de vista metodológico, o projeto se apoia no conceito de “volunteered geographic information” (VGI), proposto por Goodchild (2007), e busca envolver estudantes, ONGs e gestores municipais no uso das informações para planejamento e *advocacy* ambiental. Esse engajamento busca ampliar a interação e a produção de análises com o objetivo de fortalecer a dimensão educativa e formativa da plataforma.

A vertente de ciência cidadã inclui a produção de cartilhas, em co-criação com estudantes do ensino médio. Além de oficinas regulares em escolas públicas, nas quais jovens identificam áreas verdes e ilhas de calor nos próprios bairros. Os resultados comprovaram diferenças de até 7 °C entre ruas sem arborização e quarteirões com dossel arbóreo contínuo. Tais evidências empíricas estimulam o protagonismo juvenil no debate climático local.

Do ponto de vista de políticas públicas, os municípios podem acessar um “painel de indicadores” que ranqueia cidades e setores censitários segundo déficit de vegetação, intensidade de ilhas de calor e índices socioeconômicos. Em 2023, prefeituras como São Paulo e Campinas passaram a usar os dados gerados pela UrbVerde. Campinas, por exemplo, tem usado as métricas e mapas da UrbVerde para priorizar plantios de espécies nativas em bolsões de calor identificados pelo sistema.¹

Outro diferencial é a ênfase em justiça climática. Inspirada na literatura de racismo ambiental (Bullard, 2000), a plataforma disponibiliza filtros que evidenciam a correlação espacial entre baixa renda, maioria da população negra e escassez de áreas verdes. Cerca de 80% das zonas de maior déficit arbóreo do estado concentram população preta ou parda acima da média estadual, reforçando a necessidade de ações afirmativas no planejamento.

No plano acadêmico, a UrbVerde tornou-se laboratório vivo para iniciações científicas, TCCs e dissertações: já sustentou 14 pesquisas sobre serviços ecossistêmicos urbanos, modelagem ambiental e geoprocessamento. Essa massa crítica alimenta uma base de dados aberta hospedada no repositório UrbVerde Educa, garantindo transparência e reprodutibilidade — princípios centrais da ciência aberta (Mckiernan *et al.*, 2016).

1. Cidade terá a partir de abril 200 ‘microflorestas urbanas’. Disponível em: <https://correio.rac.com.br/campina-sermc/cidade-tera-a-partir-de-abril-200-microflorestas-urbanas-1.1641576>

Os desafios, contudo, são significativos. Muitos municípios carecem de servidores especializados em SIG; outros enfrentam limitações de conectividade. Para mitigar esse gargalo, o projeto vem preparando tutorias assíncronas e consultoria remota via parceria com FAPESP, CNPq e o Consórcio Intermunicipal ABC, replicando o modelo de capacitação “train-the-trainer”. Ainda assim, a rotatividade de quadros técnicos ameaça a continuidade institucional dos avanços.

Em síntese, a Plataforma UrbVerde demonstra que a combinação de sensoriamento remoto, ciência cidadã e governança colaborativa pode gerar instrumentos concretos de justiça ambiental. Ao situar áreas verdes como direito coletivo — e não privilégio — o projeto tensiona as agendas convencionais de planejamento e oferece um caminho factível para integrar mitigação, adaptação e equidade em escala urbana.

4. Evidências empíricas: desigualdade na distribuição da infraestrutura verde

Estudos realizados com a Plataforma UrbVerde apontam que apenas 11% dos municípios paulistas cumprem a recomendação da ONU de nove metros quadrados de área verde por habitante (figura 2). Além disso, mais de 40% dos municípios não realizam qualquer levantamento sobre suas áreas verdes, e quase 90% não monitoram a temperatura da superfície terrestre, impedindo o enfrentamento adequado das ilhas de calor (figura 3).

Um exemplo emblemático dessas desigualdades é o caso dos bairros de Paraisópolis e Morumbi, na capital paulista. Imagens termais do satélite Landsat 8 demonstram uma diferença de até 9 graus Celsius entre os dois bairros, revelando como as desigualdades sociais se traduzem em desigualdades ambientais (figura 4).

A análise empírica da Plataforma UrbVerde combina séries dos satélites Landsat-8 com dados censitários, gerando índices anuais de vegetação por diferença normalizada (NDVI), um índice usado em sensoriamento remoto para avaliar a saúde e densidade da vegetação a 30 m de resolução espacial. Esses mapas são agregados por setores censitários e cruzados com dados populacionais dos Censos de 2010 e 2022, para gerar três índices sintéticos: **i)** Índice de Cobertura Vegetal (ICV), **ii)** Percentual de Cobertura Vegetal (PCV) e **iii)** Índice de Vulnerabilidade Socioambiental (IVS).

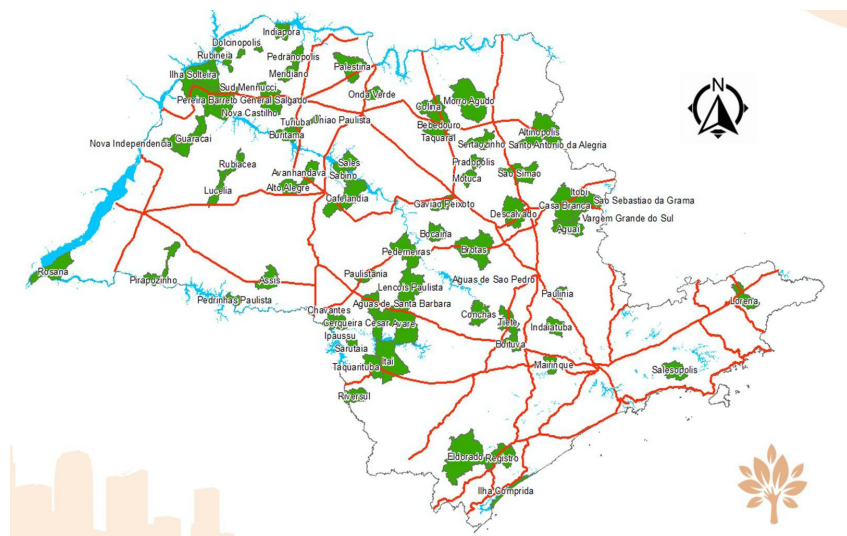


Figura 3 – Municípios do Estado de São Paulo com mais de 9 m² de parques e praças por habitante. Fonte: <https://urbverde.iau.usp.br/>, 2022



Figura 4 – Diferença de temperatura superficial entre Paraisópolis e Morumbi: evidência das desigualdades socioambientais na cidade de São Paulo. Fonte: <https://urbverde.iau.usp.br/>, 2022; Tuca Vieira, 2004.

O Índice de Cobertura Vegetal (ICV) e o Percentual de Cobertura Vegetal (PCV) são métricas usadas para avaliar a presença e a distribuição da vegetação em uma determinada área, mas com abordagens diferentes. O ICV refere-se à área verde por habitante, foca na relação entre a área verde e a população, enquanto o PCV é a porcentagem da área

total coberta por vegetação, nesse caso em relação a um determinado setor censitário. Já o Índice de Vulnerabilidade Socioambiental (IVS) é um indicador que avalia o grau de vulnerabilidade social e ambiental de um setor censitário. Ele considera aspectos como vegetação, infraestrutura urbana, renda, entre outros, para identificar áreas ou pessoas mais suscetíveis a riscos e desafios socioambientais.

Em 2022, nenhum município da RMSP (Região Metropolitana de São Paulo) alcançava o limite mínimo de 9 m² de área verde por habitante recomendado pela OMS. Na capital, a desigualdade na distribuição da vegetação é extrema: o bairro do Morumbi registra cerca de 30% de área vegetada, enquanto Paraisópolis dispõe de menos de 3%, sinalizando concentração de áreas verdes ainda mais aguda que a desigualdade econômica. A diferença se reflete na saúde pública: **baixas densidades arbóreas estão correlacionadas ao aumento nas internações por doenças respiratórias, principalmente em crianças.**

Importante observar que bairros com 30% de vegetação apresentam temperaturas de superfície em média 3 °C inferiores aos bairros com baixa arborização em tardes de verão, sustentando a vegetação como medida de adaptação de baixo custo.

Ao comparar dados de raça e cor com dados vegetacionais, **observa-se que a probabilidade de um setor censitário com maioria preta ou parda situar-se no quintil mais carente de área verde é 2,7 vezes maior do que em setores majoritariamente brancos.** Esses resultados reforçam a pertinência do conceito de racismo ambiental no planejamento urbano brasileiro.

Os resultados demonstram que o déficit de infraestrutura verde é estrutural, racializado e territorialmente concentrado. A Plataforma UrbVerde, ao escalar esse diagnóstico para cada município, permite definir zonas prioritárias de plantio, monitorar metas de mitigação de ilhas de calor e integrar critérios sociais ao licenciamento de grandes empreendimentos. Sem esses instrumentos, políticas de arborização correm o risco de reforçar — em vez de reduzir — a desigualdade ambiental.²

2. Quantas árvores Pinheiros, em SP, perdeu em apenas dois anos? Prefeitura afirma que replantio nem sempre ocorre no mesmo distrito de remoção das espécies. Disponível em: https://www.estadao.com.br/sao-paulo/quantas-arvores-pinheiros-em-sp-perdeu-em-apenas-dois-anos/?srslid=AfmBOorUMSO1kpP6ggM0oyBxc-CI7Zl1iNuNjxQUZicbqOJD9_tMoKaX

5. Capacidades institucionais e desafios para a adaptação climática

A insuficiência de capacidade institucional para enfrentar as mudanças climáticas nas cidades brasileiras manifesta-se, antes de tudo, em uma governança fragmentada, marcada pela escassa coordenação entre os distintos níveis de governo e pela sobreposição de competências que dilui responsabilidades. Soma-se a isso a crônica limitação de recursos financeiros, que inviabiliza a implementação de projetos urbanos sustentáveis de maior escala e alcance social. Mesmo quando existem iniciativas pontuais, elas raramente se articulam a políticas integradas capazes de conciliar dimensões ambientais, sociais e econômicas, perpetuando a lógica setorial e reativa da gestão urbana. Esse vácuo institucional é agravado pelo avanço de perspectivas anticientíficas no debate público e pela prevalência de interesses econômicos privados, que frequentemente capturam a agenda urbana e relegam a segundo plano a urgência de respostas sistêmicas à crise climática.

A pesquisa “Capacidade Institucional dos Municípios” faz parte da Pesquisa de Informações Básicas Municipais (MUNIC) realizada pelo IBGE em 2021.

A Pesquisa de Informações Básicas Municipais (IBGE, 2020) revela que a gestão ambiental nos municípios paulistas é marcada por forte fragmentação institucional. Apenas 24% das prefeituras mantêm secretaria exclusiva de meio ambiente, enquanto 41% agrupam a pauta ambiental com outras áreas; 19% a relegam a um setor subordinado diretamente ao gabinete do prefeito, e 8% sequer dispõem de órgão específico para o tema. Mesmo entre os municípios que possuem alguma estrutura, 21% não oferecem qualquer tipo de infraestrutura mínima, refletindo uma priorização limitada das políticas ambientais nas administrações locais.

As carências materiais agravam esse quadro. Só 36% dos órgãos ambientais contam com linha telefônica ativa, deixando dois terços dos municípios sem canal de contato básico com a população. Computadores estão presentes em 54% das secretarias, mas 17% não dispõem de equipamento algum, e outros 26% nem informaram a situação; acesso à internet, essencial para transparência e gestão de dados, atinge apenas 56% dos casos. Impressoras (51%) e salas próprias (68%) mostram déficits adicionais, enquanto

a disponibilidade de veículos — crucial para fiscalização em campo — é a mais baixa: apenas 14% dos municípios possuem um automóvel dedicado, contra 57% totalmente desprovidos desse recurso. Além disso, mais de 20% das prefeituras não responderam a várias perguntas da pesquisa, sinalizando problemas de transparência e dificultando o planejamento de políticas ambientais eficazes.

Além disso, orçamentos exíguos comprometem programas de arborização e a dependência de transferências estaduais e federais reforça a vulnerabilidade: quando fundos como o FEHIDRO (Fundo Estadual de Recursos Hídricos) ou o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima sofrem contingenciamento, projetos de infraestrutura verde são adiados ou cancelados. Importante observar também que um estudo da FGV/ICS mostra que apenas 12 dos 5.570 municípios possuíam alguma política climática instituída em 2023, das quais só seis incluíam ações de adaptação (Nicoletti *et al.*, 2025). O Plano Local de Ação Climática de Recife ilustra esses limites e possibilidades: mediante cooperação com ICLEI (Governos Locais pela Sustentabilidade) e GIZ (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit), a cidade elaborou inventário de GEE (Gases de Efeito Estufa) e mapa de vulnerabilidade térmica, mas a implementação patina por falta de quadro técnico permanente (ICLEI; GIZ, 2020). O caso comprova que capacitação pontual requer concursos e dotação orçamentária estável.

A Plataforma UrbVerde surge como resposta a esse gargalo. Ao prover dados em nuvem, reduz custos tecnológicos e oferece cursos online para técnicos e a sociedade civil (Fantin, 2023). Além disso, parcerias com consórcios intermunicipais, como é o caso do Consórcio Intermunicipal do ABC, ajudam a criar economias de escala, compartilhando especialistas em SIG e atualizando rotinas de monitoramento.

6. SIG social, experiência do usuário e novas aplicações da Plataforma UrbVerde

Nas últimas duas décadas, os sistemas de informação geográfica deixaram de ser ferramentas restritas a especialistas para se tornarem infraestruturas cívicas capazes de orientar políticas públicas participativas (Goodchild, 2007; Hacklay, 2012). A trajetória recente da UrbVerde ilustra esse salto: de um SIG acadêmico focado na análise de cobertura

arbórea, ela evoluiu para um SIG social — isto é, um ambiente de dados geoespaciais concebido para produção colaborativa de conhecimento, interface inclusiva e ação governamental efetiva.

O redesenho da plataforma baseou-se em princípios de Design Thinking e em testes de usabilidade interativos. Dashboards responsivos traduzem métricas complexas — NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada), temperatura de superfície, déficit verde — em narrativas visuais que qualquer gestor municipal compreende em segundos. A adoção de ícones, escalas de cor semiblind-safe e textos em linguagem cidadã atende às melhores práticas de experiência do usuário (UX) recomendadas por Norman (2013) e Shneiderman *et al.* (2005), característica fundamental de um SIG social.

A vertente social materializa-se nas oficinas “UrbVerde na Escola”. Três bolsistas PIBIC-EM conduziram, em 2023, atividades de mapeamento de ilhas de calor na Escola Estadual, envolvendo 186 estudantes e 12 docentes. Os resultados — mapas comparativos, medições in situ com termômetros de globo e propostas de micro-intervenções — foram consolidados na cartilha “Explorando o Potencial da Plataforma UrbVerde”, já com mais de 800 downloads. Além de expandir a alfabetização climática, o processo de co-criação reforça a noção de ciência cidadã como prática pedagógica (Bonney *et al.*, 2015) e amplia o repertório juvenil para reivindicar justiça ambiental em seus bairros.

Em paralelo, a UrbVerde lançou o “Curso de Formação para Gestores Municipais” durante o VI ELAPIS/USP (Encontro Latino-Americano de Áreas Protegidas e Inclusão Social), capacitando 15 técnicos em 2023. A grade cobre interpretação de dashboards, integração de indicadores ao Plano Plurianual (PPA) e elaboração de relatórios municipais — um passo decisivo para institucionalizar o SIG social. A certificação dos participantes incentiva a continuidade do uso da plataforma e reduz a dependência de consultorias onerosas.

Com financiamento do Programa de Parcerias para Políticas Públicas da FAPESP (PPP-FAPESP) e da Chamada Universal do CNPq, vem sendo desenvolvido um kit metodológico que automatiza: diagnóstico de cobertura vegetal, ilhas de calor e vulnerabilidade social; além da definição de metas setoriais (energia, mobilidade, drenagem), dentro de um painel de monitoramento dos indicadores.

No momento, vem sendo elaborado um kit — manual que será usado na elaboração do Plano de Ação Climática de Diadema — PACD (2024) e, também, será adotado em um painel de acompanhamento dos municípios do Consórcio do ABC-Paulista (PAEMC-ABC), evidenciando a capacidade da UrbVerde de converter dados abertos em decisões governamentais de curto prazo.

A expansão nacional exigirá a reestruturação da arquitetura da informação. As camadas passarão a ser agrupadas por “Temas-Chave” (Clima, Vegetação, Equipamentos Verdes) e estão sendo incluídos: busca tipo Google Maps, filtros socioeconômicos e um chatbot baseado em IA que traduzirá indicadores em respostas em linguagem simples.

Esses aprimoramentos diminuem barreiras de entrada, estimulam o uso pelos mais diversos atores (secretarias, conselhos de bairro, imprensa) e reforçam o caráter social do SIG a partir de 3 aspectos:

1. Capacitação contínua – a trilha combinada de cartilhas, curso e UX intuitiva multiplica o alcance da plataforma, fomentando uma comunidade de prática que mantém a base de dados viva e confiável.

2. Escalonamento de políticas climáticas – municípios podem replicar o modelo Diadema para redigir PACs baseados em evidências, com monitoramento público e metas revisáveis a cada dois anos.

3. Empoderamento cidadanista – estudantes e coletivos dispõem de evidências geoespaciais para reivindicar repartição justa de infraestrutura verde, conectando-se às reflexões sobre racismo ambiental e justiça climática (Acselrad, 2001; Anguelovski *et al.*, 2022).

Dessa forma, a convergência entre sensoriamento remoto, design centrado no usuário e parcerias educacionais **transforma a UrbVerde em infraestrutura cívica essencial para enfrentar as desigualdades socioambientais no Antropoceno**. Ao deslocar o foco do dado em si para a experiência de quem o produz e utiliza, a plataforma concretiza a passagem do SIG clássico para o SIG social, inaugurando um paradigma em que tecnologia, educação e participação se articulam para promover cidades mais justas e resilientes.

7. Considerações finais

A análise apresentada demonstra que a UrbVerde consolidou-se como um hub socio-técnico que responde, simultaneamente, às lacunas de informação, de participação pública e de capacidade governamental evidenciadas pela literatura de justiça ambiental (Acselrad, 2001; Bullard, 2000). Seu percurso confirma que **a simples disponibilização de dados não é suficiente**: é preciso organizar fluxos de mediação, tradução e coprodução que transformem informação geoespacial em conhecimento socialmente útil.

Nesse sentido, a noção de SIG social emerge como eixo teórico-metodológico central. Ao articular princípios de *volunteered geographic information* (Goodchild, 2007) com design centrado no usuário (Norman, 2013), a plataforma avança do paradigma tecnocrático — em que a autoridade do mapa reside no especialista — para um paradigma dialógico, no qual múltiplos atores negociam significados, prioridades e métricas de monitoramento (Haklay, 2012).

A experiência de co-criação com estudantes secundaristas ilustra o potencial formativo desse arranjo. As oficinas UrbVerde na Escola não apenas geraram dados de campo de alta acurácia, mas também reforçaram competências críticas em torno das desigualdades climáticas locais, **abrindo caminho para uma “alfabetização geoespacial”** alinhada às pedagogias participativas de Freire (1970) e às abordagens de ciência cidadã engajada (Bonney *et al.*, 2015).

Do ponto de vista de políticas públicas, o kit metodológico para Planos de Ação Climática (PAC) representa um avanço estratégico. Ao automatizar diagnósticos e associá-los a metas sectoriais, o instrumento reduz custos transacionais, aumenta a transparência e facilita o cumprimento de compromissos internacionais como o Acordo de Paris e os ODS 11 e 13. O caso de Diadema confirma que soluções baseadas em natureza podem ser priorizadas de forma objetiva quando sustentadas por indicadores robustos.

Apesar dos avanços, permanecem desafios institucionais importantes. A rotatividade de técnicos municipais, a escassez orçamentária e a fragmentação de bases legais limitam a perenidade das ações. Esses obstáculos reforçam a necessidade de estratégias de ca-

capacity building contínuo — tais como a certificação dos cursos UrbVerde, parcerias com consórcios intermunicipais e a adoção de plataformas open-source que minimizem dependências proprietárias.

No âmbito científico, a UrbVerde sinaliza caminhos promissores para a integração de *machine learning*, *digital twins* urbanos e monitoramento por sensores de baixo custo. Pesquisas futuras podem explorar a correlação entre deficiências de infraestrutura verde e métricas de saúde pública em séries temporais, bem como aprofundar análises de green gentrification (Anguelovski *et al.*, 2022) associadas à implementação de novos parques.

Internacionalmente, a experiência paulistana contribui para o debate global sobre justiça climática no Sul Global, oferecendo um modelo replicável de governança de dados que combina rigor técnico, participação social e orientação a resultados. Parcerias em rede — como com a rede RUN-CYTED (Rios Urbanos Naturalizados) — podem ampliar esse alcance, adaptando o framework a contextos de baixa disponibilidade de dados na África e Ásia.

Conclui-se que a UrbVerde exemplifica como infraestruturas digitais, quando desenhadas a partir de valores de inclusão e coprodução, podem reequilibrar assimetrias de poder na governança urbana. Ao reposicionar cidadãos, gestores e pesquisadores como cocriadores de conhecimento, o SIG social deixa de ser apenas ferramenta tecnológica para se tornar componente estrutural de uma ecologia política orientada à justiça ambiental e à resiliência climática das cidades no Antropoceno.

Referências

- ACSELRAD, Henri. **Justiça ambiental e cidadania**. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2001.
- ANGUELOVSKI, I.; CONNOLLY, J. J. T.; COLE, H. *et al.* Green gentrification in European and North American cities. **Nature Communications**, v. 13, 3816, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41467-022-31572-1>. Acesso em: 11 jun. 2025.
- BONNEY, R.; PHILLIPS, T. B.; BALLARD, H. L.; ENCK, J. W. Can citizen science enhance public understanding of science? **Public Understanding of Science**, v. 25, n. 1, p. 2-16, jan. 2016. DOI: 10.1177/0963662515607406. PMID: 26445860.
- BULLARD, Robert D. **Dumping in Dixie: race, class, and environmental quality**. Boulder: Westview Press, 2000.
- DEFESA CIVIL – RS. **Boletim informativo inundações 2024**. Porto Alegre: SSP/RS, 2024. Disponível em: <https://www.estado.rs.gov.br/boletins-sobre-o-impacto-das-chuvas-no-rs>. Acesso em: 11 jun. 2025.
- DYSON, Michael E. **Come hell or high water: Hurricane Katrina and the color of disaster**. New York: Basic Civitas Books, 2006.
- FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. 2. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1970.
- FUSSELL, E. The long-term recovery of New Orleans' population after Hurricane Katrina. **American Behavioral Scientist**, v. 59, n. 10, p. 1231-1245, set. 2015. DOI: 10.1177/0002764215591181. PMID: 26880853; PMCID: PMC4752119.
- G1 SP; GLOBONEWS; TV GLOBO. **Análises confirmam presença de partículas de queimadas maior do que o normal em água de chuva preta de SP**. G1, São Paulo, 20 ago. 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/2019/08/20/analises-confirmam-presenca-de-particulas-de-queimadas-maior-do-que-o-normal-em-agua-de-chuva-preta-de-sp.ghtml>. Acesso em: 10 jun. 2025.
- GILL, S. E.; HANDLEY, J. F.; ENNOS, A. R.; PAULEIT, S. Adapting cities for climate change: the role of the green infrastructure. **Built Environment**, v. 33, p. 115-133, 2007. DOI: <http://dx.doi.org/10.2148/benv.33.1.115>.
- GOODCHILD, Michael F. Citizens as sensors: the world of volunteered geography. **Geo-Journal**, v. 69, n. 4, p. 211-221, 2007.

GOVERNO FEDERAL. **Conheça a linha do tempo da tragédia de Mariana** (MG). Brasília, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/planalto/pt-br/novo-acordo-do-rio-doce/conheca-a-linha-do-tempo-da-tragedia-de-mariana-mg>. Acesso em: 11 jun. 2025.

HAKLAY, Muki. Citizen science and volunteered geographic information: overview and typology of participation. In: SUI, Daniel; ELWOOD, Sarah; GOODCHILD, Michael (org.). **Crowdsourcing geographic knowledge**. Dordrecht: Springer, 2012. p. 105-122.

HALLEGATTE, Stéphane *et al.* **Shock waves: managing the impacts of climate change on poverty**. Washington, DC: World Bank, 2016.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

ICLEI; GIZ – DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT. **Recife resiliente: plano de ação climática**. Bonn: GIZ, 2020.

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Ano de 2023 é o mais quente da série histórica no Brasil**. Brasília: INMET, 2024. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/noticias/ano-de-2023-%C3%A9-o-mais-quente-da-hist%C3%B3ria-do-brasil>. Acesso em: 11 jun. 2025.

IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate change 2022: impacts, adaptation and vulnerability**. 2022. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>. Acesso em: 11 jun. 2025.

MANTOVANI, J. R. *et al.* Unprecedented flooding in Porto Alegre Metropolitan Region (Southern Brazil) in May 2024: causes, risks, and impacts. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 160, art. 105533, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2025.105533>. Acesso em: 10 jun. 2025.

MCKIERNAN, Erin C. *et al.* How open science helps researchers succeed. **eLife**, v. 5, e16800, 2016.

MILANEZ, Bruno; LOSEKANN, Cristiane (org.). **Desastre no Vale do Rio Doce: antecedentes, impactos e ações sobre a destruição**. Rio de Janeiro: Folio Digital, 2016.

NICOLETTI, Mariana *et al.* **Panorama da agenda de adaptação à mudança do clima no Brasil: lacunas e oportunidades para a atuação da filantropia**. São Paulo: FGVces; Instituto Clima e Sociedade, 2025. 99 p.

NORMAN, Donald A. **The design of everyday things: revised and expanded edition**. New York: Basic Books, 2013.

OLASKY, Marvin. **The politics of disaster: Katrina, big government, and a new strategy for future crisis**. Nashville, TN: W Publishing, 2006.

SHNEIDERMAN, Ben; PLAISANT, Catherine. **Designing the user interface: strategies for effective human-computer interaction**. 4. ed. Boston: **Pearson Education** (Addison-Wesley), 2005. ISBN: 0-321-19786-0.

TATE, Christopher *et al.* The contribution of urban green and blue spaces to the United Nation's Sustainable Development Goals: an evidence gap map. **Cities**, v. 145, art. 104706, 2024. DOI: 10.1016/j.cities.2023.104706. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264275123005188>. Acesso em: 11 jun. 2025.

UN-HABITAT. **New urban agenda**. Quito: United Nations, 2017.

WWF. **30 minutos podem mudar o mundo**. [S.l.]: WWF, 23 nov. 2019. Disponível em: <https://www.wwf.org.br/?75485/30-minutos-podem-mudar--o-mundo>. Acesso em: 11 jun. 2025.

Catálogo na Publicação
Divisão de Gestão de Tratamento da Informação da
Agência de Bibliotecas e Coleções Digitais da USP

As ciências diante do Antropoceno [recurso eletrônico] / organização
Elisabete Moreira Assaf ... [et al.]. – São Carlos : Instituto de
Estudos Avançados Polo São Carlos, Universidade de São Paulo,
2025.
198 p. : il. – (Diálogos Avançados; 1)

Co-edição com o Instituto de Estudos Avançados e Estratégicos
da UFSCar

ISBN 978-65-87773-87-2

DOI 10.11606/9786587773872

1. Antropoceno. 2. Sustentabilidade. 3. Ciência. 4.
Interdisciplinaridade. I. Assaf, Elisabete Moreira. II. Série.

CDD (23.ed) – 363.7



UFSCar IEA

